

UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS



Investigação em energias renováveis em Portugal: instituições,
práticas e redes

Luís Orlando Lopes Junqueira

Orientadora: Doutora Ana Isabel Oliveira Delicado

Tese especialmente elaborada para obtenção do grau de Doutor em Sociologia
(especialidade de Sociologia da Ciência e Tecnologia)

2018

UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS



Investigação em energias renováveis em Portugal: instituições,
práticas e redes

Luís Orlando Lopes Junqueira

Orientadora: Doutora Ana Isabel Oliveira Delicado

Tese especialmente elaborada para obtenção do grau de Doutor em Sociologia
(especialidade de Sociologia da Ciência e Tecnologia)

Júri:

Presidente: Doutora Ana Margarida de Seabra Nunes de Almeida

Vogais: Doutor Tiago Tavares Santos Pereira

Doutora Maria Teresa de Moraes Sarmento Patrício

Doutora Sofia Isabel Bento Coelho

Doutora Mónica Truninger de Albuquerque de Medeiros Sousa

Doutora Ana Isabel Oliveira Delicado

Esta investigação foi realizada com o apoio institucional da Fundação para a Ciência e Tecnologia, através da concessão de uma bolsa de doutoramento (SFRH/BD/90561/2012), financiada por fundos nacionais do MEC e com a duração de 48 meses.

Resumo:

As energias renováveis têm vindo a assumir um destaque sociopolítico particular, enquanto prioridade estratégica na redução do consumo de combustíveis fósseis, com o duplo objetivo de combate às alterações climáticas e de diminuir a dependência energética face ao exterior. A relevância socioeconómica das tecnologias de energia levou a que ao longo da última década as energias renováveis se tenham tornado um tópico de investigação de relevo em certas áreas das ciências sociais, em particular nos estudos de ciência e tecnologia e sociologia do ambiente. Esta literatura sobre a transição energética tem analisado sobretudo os instrumentos políticos de promoção da implementação da tecnologia e os seus efeitos na transformação dos sistemas de energia. Contudo, a produção sobre o enquadramento da investigação e da política científica na transição energética é bastante limitada, apesar do destaque que as rubricas de energia adquiriram nos mecanismos europeus de financiamento de ciência.

Este trabalho tem por objetivo caracterizar a organização da investigação científica e desenvolvimento tecnológico em energias renováveis em Portugal. Pretende-se compreender os processos de emergência e consolidação esta área científica, os modelos de organização da investigação e os processos de ligação entre ciência e sociedade numa área de produção de conhecimento que está enquadrada num programa central de transformação das economias contemporâneas - o desenvolvimento sustentável com base em fontes de energia inesgotáveis, menos poluentes e endógenas. A investigação recorre a métodos extensivos e intensivos de forma a construir uma imagem abrangente do objeto – análise de redes sociais com base em dados bibliométricos, análise documental, entrevistas com investigadores e um estudo de caso sobre a Lógica, uma empresa de I&D em energias renováveis criada pela Município de Moura.

Palavras-chave:

Análise de redes sociais; Sociologia da ciência; Relações ciência-sociedade; Energias Renováveis; Portugal

Abstract:

Renewable energies have been given a particular socio-political focus as a strategic priority in reducing fossil fuel consumption, with the dual objective of combating climate prospects and reducing energy dependence on the outside world. The socio-economic relevance of energy technologies has led renewable energies to become a prominent research topic in certain areas of the social sciences, particularly in science and technology studies and sociology of the environment. This literature on the energy transition has analysed above all the policy instruments to promote the implementation of technology and its effects on the transformation of the energy systems. However, production on the role of scientific research in the energy transition is rather limited, despite the emphasis that has been given to energy research on European science funding schemes.

This work aims to characterize the organization of scientific research and technological development in renewable energies in Portugal. The processes of organization and administration and processes of organization of research and processes of connection between science and society in the area of knowledge production, which is part of a central program of transformation of contemporary economies - sustainable development based on less polluting and endogenous sources of energy. The research uses extensive and intensive methods in order to construct a comprehensive image of the object - social network analysis based on bibliometric data, document analysis, interviews with researchers and a case study on Lógica, a renewable energy R&D firm created by the municipality of Moura.

Keywords:

Social network analysis; Sociology of science; Science-society relations; Renewable energy; Portugal

Índice

Introdução	1
Capítulo I Novas formas de produção de conhecimento – Enquadramento teórico.....	7
Capítulo II Metodologia	29
Capítulo III Política energética e política científica	43
Capítulo IV Investigação em energias renováveis – Instituições	55
Capítulo V Investigação em energias renováveis – Redes de colaboração científica ...	67
Capítulo VI Produção de conhecimento em contexto de aplicação e diversidade organizacional	97
Capítulo VII Responsabilidade Social da Ciência	125
Capítulo VIII Ciência, energia e sustentabilidade	143
Capítulo IX Dinâmicas tecnocientíficas locais – A Lógica e a central solar de Amareleja	157
Conclusão	173
Bibliografia	177
Anexo I	197

Índice de figuras

Figura 2.1 – Exemplo de caminhos	37
Figura 2.2 – Exemplo de grau	38
Figura 2.3 – Exemplo de conectividade	39
Figura 2.4 – Exemplo de modularidade	39
Figura 3.1 - Número de investigadores por mil ativos em Portugal (ETI)	51
Figura 3.2 – Número de artigos publicados por investigadores portugueses em revistas indexadas na Scopus (2001-2015)	52
Figura 3.3 – Número de artigos publicados em revistas indexadas na Scopus por investigador ETI (2001-2015)	52
Figura 4.1 Número de artigos em energias renováveis por investigadores portugueses indexados na Scopus (2001-2015)	57
Figura 4.2 Número de artigos em energias renováveis e em energia em proporção do total de artigos por investigadores portugueses indexados na Scopus (2001-2015)	57
Figura 4.3 – Número de investigadores portugueses com publicações em energias renováveis indexadas na Scopus (2001-2015)	59
Figura 4.4 - Distribuição do número de artigos publicados em energias renováveis indexadas na Scopus por investigador (2001-2015)	59
Figura 4.5 - Evolução do número de autores por artigo em energias renováveis referenciado na Scopus	60
Figura 4.6 - Distribuição do número de autores por artigo em energias renováveis referenciado na Scopus em períodos de 5 anos	61
Figura 5.1 - Evolução do número de artigos em energias renováveis referenciado na Scopus: total e em colaboração internacional	70
Figura 5.2 – Ego-rede de coautoria internacional de artigos por parte investigadores portugueses em energias renováveis	74
Figura 5.3 - Evolução do grau médio na rede de coautoria dos investigadores portugueses que publicam em energias renováveis (2001-2015)	82
Figura 5.4 Rede de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis (2001-2005)	84
Figura 5.5 Rede de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis (2006-2011)	85

Figura 5.6 Rede de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis (2011-2015)	87
Figura 5.7 Rede de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis (2011-2015): Maior componente	89
Figura 5.8 Rede de comunidades de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis (2011-2015)	90
Figura 6.1 Despesa em I&D no sector das empresas na categoria de atividade económica (CAE) 35 (40 até 2005) – total e em percentagem da despesa total no sector empresas (2001-2015)	99
Figura 6.2 Despesa em I&D no sector das empresas no objetivo socioeconómico energia – total e em percentagem da despesa total no sector empresas (2001-2015)	99
Figura 6.3 - Rede de colaboração entre universidades e empresas	102
Figura 6.4 Número de patentes atribuídas por via nacional a instituições de ensino superior e de I&D por ano	111

Índice de tabelas

Tabela 2.1 – Exemplo de Grau	38
Tabela 2.2 – Características dos entrevistados	41
Tabela 5.1 Colaborações internacionais dos investigadores portugueses (20 países com maior número de colaborações)	71
Tabela 5.2 Evolução da coautoria internacional de artigos por parte investigadores portugueses em energias renováveis por período de 5 anos (2001-2015)	71
Tabela 5.3 Evolução da dimensão da rede de coautoria dos investigadores portugueses que publicam em energias renováveis (2001-2015).....	82
Tabela 5.4 - Evolução do grau médio na rede de coautoria de investigadores portugueses que publicam em energias renováveis em períodos de 5 anos (2001-2015)	83
Tabela 5.5 Grupos de coautores na rede de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis (2011-2015)	88
Tabela 5.6 Comunidades de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis (2011-2015)	90
Tabela 5.7 Evolução da dimensão do 1º componente de rede de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis em períodos de 5 anos (2011-2015)	91
Tabela 5.8 - Evolução da conectividade média de rede de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis em períodos de 5 anos (2011-2015)	92
Tabela 6.1 Colaboração entre universidades e empresas em projetos de investigação e registos de patentes (2001-2015)	101

Introdução

As energias renováveis têm vindo a tornar-se uma preocupação na política europeia decorrente da necessidade de combater as alterações climáticas, de reduzir a dependência energética face ao exterior, e perante a perspectiva de esgotamento dos combustíveis fósseis. O processo de transição de energética para uma sociedade pós-carbono é um problema de complexidade elevado devido à forma como a energia e o seu abastecimento permeiam toda a atividade humana, desde a privacidade do quotidiano doméstico às práticas partilhadas na atividade laboral, passando por aspetos tão centrais à vida contemporânea como a mobilidade, a segurança, ou a comunicação.

Neste sentido, a promoção da transição energética assenta necessariamente numa intervenção plural, que inclui certamente profundas transformações a nível da organização da atividade económica e das práticas socioculturais, mas que não pode deixar de assentar no desenvolvimento novas tecnologias energéticas que respondam ao desafio de uma sociedade sem carbono.

Esta investigação de doutoramento é produto de um interesse na sociologia da ciência e na área da energia com origem no início do meu percurso académico na área da engenharia eletrotécnica. O interesse pela ciência acabou por se desenvolver ao longo da minha educação em ciências sociais num interesse em estudar a ciência e a tecnologia enquanto processos sociais. A participação enquanto bolseiro de investigação no projeto RENERGY – Consensos e controvérsias sociotécnicas sobre energias renováveis (PTDC/CS-ECS/118877/2010) permitiu conciliar estes dois interesses e serviu como oportunidade para uma incursão exploratória que deu origem ao presente trabalho.

O objetivo principal deste projeto/dissertação é caracterizar a organização da investigação científica e desenvolvimento tecnológico em energias renováveis em Portugal. Presume-se aqui que a atividade científica é fenómeno social, composta por um conjunto de práticas que incluem não só produção de conhecimento, mas também o ensino, a divulgação científica e a transferência de tecnologia e que tendo os seus processos de organização interna, evolui em relação com meio social circundante.

Segundo a literatura da sociologia da ciência, a atividade científica tem passado por um processo de transformação, em particular na forma com se integra no seu contexto socioeconómico envolvente, que tem no Modo 2 – produção de conhecimento (Gibbons 2008) uma das suas caracterizações mais referenciadas. Este trabalho procura perceber como estas transformações se refletem em contexto português. O caso português proporciona a oportunidade de estudar estes processos num contexto científico semiperiférico, marcado pelas prioridades de investigação nos principais centros de produção de ciência, e que a nível político encontra condicionantes definidas a nível europeu. Dentro deste contexto, a área das energias renováveis é particularmente interessante do ponto de vista sociológico por ser uma área de investigação em que é expectável que os elementos identificadores duma ciência Modo 2 se manifestem de forma mais acentuada. É uma área virada para a investigação aplicada e interdisciplinar que emerge fundamentalmente como resposta a um problema societal – as alterações climáticas e a necessidade de transitar para novas formas de produção de energia não dependentes da extração de combustíveis fósseis. No contexto português é ainda uma área que não só passou por um período de forte investimento político durante a última década, assente na ideia de criação de um cluster de energias renováveis, integrando a investigação e a indústria de bens de equipamento, como também de forte atenção mediática.

Pretende-se compreender os processos de emergência e consolidação desta área científica, os modelos de organização da investigação e os processos de ligação entre ciência e sociedade numa área de produção de conhecimento que está enquadrada num programa central de transformação das economias contemporâneas - o desenvolvimento sustentável com base em fontes de energia inesgotáveis, menos poluentes e endógenas. Em primeiro lugar, procura-se compreender a evolução da investigação em energias renováveis no seu enquadramento na política científica e tecnológica a nível nacional e europeu. Em segundo, identificar os principais elementos estruturais das redes de colaboração de investigação em energias renováveis. Em terceiro, identificar as práticas e representações dos investigadores face à relação ciência-economia-sociedade, nomeadamente a transferência de tecnologia e empreendedorismo científico, e a disseminação de conhecimento científico. E por último, tirar partido de um estudo de caso para identificar dinâmicas de investigação e desenvolvimento em energias renováveis a nível local. A criação da Lógica em Moura é um caso muito particular de formação de

uma empresa de I&D de iniciativa autárquica, financiada com fundos negociados na venda de licença de ligação da Central Fotovoltaica de Amareleja.

Esta investigação recorre a uma diversidade de diligências metodológicas que procuram dar conta dos fenómenos em estudo a nível extensivo e intensivo. Em primeiro lugar, recolheu-se informação sobre artigos científicos, projetos de investigação e registos de patentes na área das energias renováveis, com um objetivo de mapear o crescimento e as relações de colaboração científica desta área de investigação com recurso a análise de redes. Em segundo, foi analisada documentação sobre política energética e científica, tanto a nível europeu e nacional. Em terceiro, foram entrevistados investigadores a trabalhar na área com o objetivo de recolher informação sobre práticas de colaboração entre pares e com o exterior e perceções sobre o papel da ciência. Por último, foi realizado um estudo de caso sobre a formação de uma empresa municipal de I&D de iniciativa do Município de Moura com o objetivo de estudar dinâmicas de inovação locais.

É importante também definir alguns dos conceitos que sustentam este trabalho. Em primeiro lugar o de energias renováveis, que neste trabalho, representa o conjunto de tecnologias energéticas que não dependem de combustíveis potencialmente esgotáveis. Assim estão excluídos toda a investigação em torno da produção de energia através combustíveis fósseis, mesmo nas suas variantes limpas (por exemplo tecnologias de captura de carbono), e de outros combustíveis esgotáveis, como a produção nuclear através da fusão de urânio, tório ou outros metais pesados. São então consideradas energias renováveis as tecnologias de produção de energia que não dependem da extração de combustíveis como a solar, térmica e fotovoltaica, a eólica, hídrica, geotérmica e das ondas. É ainda considerada renovável a energia produzida através da combustão de biomassa, exceto se em co-combustão com combustíveis fósseis. É também considerada em energias renováveis a investigação centrada na sua implementação ou integração no sistema energético, como investigação sobre potencial de implementação, sobre métodos de previsão de output, ou de gestão de redes elétricas distribuídas com energias renováveis.

Em segundo, a definição de investigador em energia renováveis. Tendo em conta que este trabalho recorre ao uso de bases de dados bibliométricos para identificar a comunidade de investigação em energia renováveis, a definição de investigador fica enquadrada pela capacidade de deteção dos mesmos. Assim, no âmbito deste trabalho, investigador é qualquer pessoa que seja autor de um artigo na área das energias

renováveis, tal como definidas para este trabalho, independente do seu enquadramento institucional, percurso profissional ou intensidade de trabalho na área.

O capítulo 1 faz uma revisão da bibliografia sobre as temáticas em que se enquadra este trabalho. Inicia-se com a literatura sobre a produção de conhecimento nas universidades e produção de inovação. Segue com uma análise da literatura sobre a investigação e desenvolvimento na política de energia. Em seguida, sintetiza alguma da investigação em colaboração científica com base em análise de dados bibliométricos e análise de redes. E, por último, aborda a literatura sobre dinâmicas locais e regionais de inovação.

No capítulo 2 apresentam-se as linhas metodológicas em que este trabalho se baseia e são descritos os processos de recolha e tratamento de dados. É também feita uma breve introdução a alguns dos conceitos fundamentais da análise de redes sociais que são usados em capítulos subsequentes.

O capítulo 3 aborda sobretudo o contexto político do período em estudo neste trabalho. Em primeiro lugar, explora as representações e o enquadramento da investigação e desenvolvimento na política de energia a nível europeu e nacional. E em segundo, o desenvolvimento da política científica em Portugal e o enquadramento da investigação em energia no financiamento de ciência.

O capítulo 4 trata o crescimento da comunidade de investigação em energias renováveis em Portugal. É abordada a emergência de ensino, o crescimento do volume de produção científica e as perceções dos investigadores sobre o desenvolvimento da área de investigação.

O capítulo 5 faz uma incursão pelas dinâmicas de colaboração dos investigadores em energias renováveis, recorrendo a análise de redes de coautoria com base em dados bibliométricos. São exploradas as dinâmicas de colaboração internacional ao nível dos países que colaboram com Portugal nesta área de investigação e em seguida a dinâmica das redes de colaboração entre os investigadores radicados em Portugal.

O capítulo 6 explora a produção de conhecimento em contexto de produção. Em primeiro lugar, explora as redes de colaboração entre universidades e empresas em projetos de investigação e registos de propriedade intelectual. Em seguida, analisa a perceções dos investigadores sobre a colaboração com a indústria, o registo de propriedade intelectual e o empreendedorismo científico.

O capítulo 7 analisa as opiniões dos investigadores em torno do papel da ciência nas sociedades em se insere. Explora os temas da responsabilidade social da ciência e de

como a ciência e do papel dos cientistas e a as mudanças na avaliação dos investigadores no sentido de introduzir objetivos relacionados com a nova função social da ciência.

No capítulo 8 analisam-se as representações dos investigadores em relação às energias renováveis. Em primeiro, enquanto tecnologia com grande potencial de impactos socioeconómicos e ambientais. E em seguida, no enquadramento que fazem das perceções sobre as energias renováveis na sociedade em geral.

O capítulo 9 apresenta um estudo de caso sobre dinâmicas de inovação locais baseado na Lógica, uma empresa municipal de investigação em energias renováveis criada no âmbito de um projeto de criar um pólo industrial de energia solar no concelho de Moura, Alentejo e financiado com fundo proveniente da venda da licença de ligação da Central Fotovoltaica de Amareleja.

Por fim, apresentam-se as conclusões deste trabalho. Procurou mostrar-se que a manifestação dos processos e práticas de produção de conhecimento descritos na ciência Modo 2 para o contexto português é parcial. Embora os investigadores pareçam ter interiorizado as ideias de comercialização da ciência e das práticas associadas – registo de propriedade intelectual, colaboração com a indústria, empreendedorismo -, estas são limitadas pela debilidade do tecido empresarial nacional no que toca ao suporte de transferência de tecnologia, que se reflete no estudo de caso sobre a Lógica. As perceções de responsabilidade social da ciência também divergem no sentido em que se limitam à comercialização da ciência, sem a adoção de uma ideia mais alargada de responsabilidade social. Os investigadores nesta área equacionam o bem público (impacto social da ciência) com interesses privados do tecido económico. Neste sentido, a ideia de ciência socialmente responsável está ligada à capacidade de produzir bens ou serviços transacionáveis.

I

Novas formas de produção de conhecimento – Enquadramento teórico

Introdução

A literatura sobre a investigação em energias renováveis é pouco abundante. O tema não tem merecido muita atenção por parte da investigação sobre transições energéticas, o que se revela curioso face importância que o desenvolvimento de nova tecnologia neste processo. A investigação e a inovação têm um enquadramento que nem sempre as inclui como parte sistemas sociotécnicos da produção energética e em que a tecnologia é vista como um produto finalizado que é posteriormente ‘selecionado’ para aplicação alargada através de uma mistura de influências do mercado, políticas públicas e valores culturais. Num contexto de nova produção de conhecimento é importante fazer o enquadramento da investigação em energias renováveis como uma componente dos sistemas energéticos e que mantêm relações bidirecionais com as restantes componentes. Isto é, da mesma forma que os restantes elementos dos sistemas reagem ao desenvolvimento de novas tecnologias, também a investigação reage às expectativas da indústria, dos governos e dos valores culturais face à energia.

A transformação do papel da universidade na sociedade contemporânea e da organização da produção científica é um dos temas que tem marcado a agenda dos estudos sociais da ciência nos últimos 30 anos, particularmente através do modelo de institucionalização do Modo 2 – produção de conhecimento de Gibbons (2008) e do modelo de tripla hélice de (Etzkowitz e Leydesdorff 2000a).

A ciência clássica é em grande medida um sistema que se auto-organiza, com um elevado grau de autonomia face ao meio social circundante. Os processos de recrutamento de novos membros e de participação na comunidade são definidos por organismos do próprio campo científico com membros recrutados entre os seus notáveis, como as sociedades científicas, os editores e os painéis de revisores dos periódicos ou os júris de

concursos para atribuição de posições na universidade e centros de investigação ou financiamento para projetos (Barke 2003; M Gulbrandsen e Langfeldt 2004).

Ambos os trabalhos salientam a emergência de um novo contrato entre a ciência e a sociedade, assente na reformulação dos valores e do funcionamento das instituições ligadas à produção de conhecimento científico no sentido de as aproximar de outras esferas da sociedade. (Gibbons, Limoges, e Scott 2011; Terry Shinn 2002). Esta transformação terá sido impulsionada pela globalização e pela redefinição dos países ocidentais enquanto economias baseadas na produção de conhecimento, em que a capacidade de transformar a produção científica em produtos e serviços se torna um elemento essencial de competitividade e crescimento económico.

A universidade e a produção de conhecimento

O Modo 2 – Produção de conhecimento é definido por oposição a um Modo 1 – Ciência identificado com o conjunto de normas e processos como o ethos científico de Merton (1973) ou o campo científico autonomizado de Bourdieu (1991) que formam a descrição clássica da ciência como uma atividade assente na autonomia da comunidade científica para determinar a agenda da investigação e em critérios de controlo de qualidade baseados na avaliação por pares. A institucionalização do Modo 2 vem introduzir um conjunto de valores na academia que se baseiam sobretudo na abertura e na ligação da ciência e da produção de conhecimento a outros sectores da sociedade (Gibbons et al. 2008).

Em primeiro lugar, a ciência em Modo 2 assenta na produção de conhecimento em contexto de aplicação, em que o imperativo da utilidade do conhecimento para a indústria, governo ou sociedade em geral estão integrados na formulação dos próprios problemas de investigação. Os autores opõem esta à formulação dos problemas científico na ciência clássica, em que os problemas válidos são definidos no interior da comunidade científica, por membros de áreas disciplinares altamente especializadas. Assim, a definição da direção da ciência não está apenas ligada ao avanço do conhecimento numa área determinada área disciplinar, mas inclui as necessidades do contexto social envolvente. A investigação é então virada para a capacidade de produzir produtos ou serviços com valor de mercado ou de desenvolver soluções que respondam a necessidades

societais específicas como as alterações climáticas, o envelhecimento das populações, a inclusão ou a segurança.

Em segundo, o espaço da produção de conhecimento passa a ser partilhado por uma maior diversidade de atores. Empresas, agências governamentais e organizações não-governamentais são integrados na atividade científica, como financiadores, consultores, stakeholders ou mesmo com as suas próprias equipas de investigação.

Em terceiro, o inquérito científico é baseado em problemas económicos e sociais que dificilmente se enquadram numa área disciplinar específica. Muitos dos desafios contemporâneos como o combate as alterações climáticas são complexos e abarcaram várias áreas da ciência, como a climatologia, a ecologia, várias disciplinas das engenharias, obrigando à articulação de equipas de investigação pluridisciplinares e a uma quebra da organização disciplinar clássica da ciência.

Quarto, há uma maior ligação da atividade científica aos seus impactos. Num contexto em que o conhecimento é produzido em aplicação não é possível enquadrar os resultados da ciência fora do seu impacto no mundo, sejam eles negativos ou positivos.

Quinto, há uma transformação dos critérios de controlo de qualidade do trabalho científico. A avaliação por pares passa agora a ser complementada por critérios de relevância socioeconómica e a produção de outputs associados a outras esferas de atividade como patentes, aplicações e formulação de políticas passam a integrar a atividade da academia.

O modelo de tripla hélice (Etzkowitz e Leydesdorff 2000), apesar de concebido para enquadrar o mesmo tipo de transformações na organização da ciência descritas pelo Modo 2 procura sobretudo compreender a produção de conhecimento e de inovação através da interação entre esferas da sociedade denominadas como as três hélices – universidade, indústria e governo. Neste sentido, é um modelo flexível que permite múltiplas configurações relacionais entre governo, indústria e universidade.

As transformações ocorridas ao longo dos últimos 30 anos são então o produto de um processo de transformação das três hélices de uma configuração em que as instituições mantêm fronteiras marcadas e as relações entre si são circunscritas e com canais de comunicação limitados para outra em que cada uma das três hélices assume parte do papel tradicionalmente atribuídas às restantes através de sobreposição de funções e da criação de organizações híbridas.

Este processo foi sobretudo um acumular de pequenas transformações que ocorreram ao longo da segunda metade do século em cada uma das três hélices. Os

governos e a indústria, face às dificuldades em transformar a investigação produzida nas universidades em inovação com valor económico começaram a procurar novas formas de gerir este processo, através da incorporação de atividades de investigação e do desenvolvimento de parcerias com as universidades (Etzkowitz 2003a).

As universidades também se transformam e não apenas devido à introdução de pressões vindas do exterior, mas também através de transformações internas. O crescimento do financiamento no pós-guerra contribui para reorganizar a ciência em torno de grandes grupos de investigação organizados de forma semelhante a pequenas empresas (quasi-firmas), competindo por limitado, e que depressa começaram a procurar fontes de financiamento para além da universidade e das agências governamentais (Etzkowitz 1996, 2003b; Karlsen e Larrea 2012). A introdução deste modelo de organização contribui para introduzir na universidade valores de empreendedorismo, que contrastam ou entram em conflito com os valores académicos de busca desinteressada pelo conhecimento. A universidade contemporânea é o produto de uma constante negociação entre estes dois elementos opostos, em que as dinâmicas de empreendedorismo académico vão ganhando legitimidade, dando origem à ‘universidade empreendedora’ que adiciona o desenvolvimento económico aos seus tradicionais papéis de ensino e investigação (Etzkowitz et al. 2000).

Estes dois trabalhos e em especial o conceito de Modo 2 de Gibbons et al (2008) são discutidos amplamente na literatura. Em particular há uma literatura de continuidade que procura estender estes argumentos.

Benner e Sandstrom (2000) expandem o modelo da tripla hélice construindo uma tipologia de três configurações contemporâneas da ciência no contexto do sistema científico suíço. Na configuração intervencionista há um ajustamento da investigação nas universidades às necessidades da indústria e uma monitorização dessas necessidades por parte do sistema científico. A configuração autónoma fundamenta-se nos valores clássicos da ciência, valorizando a qualidade científica e a orientação da investigação para a comunidade científica internacional. Por fim, na configuração transinstitucional a autonomia académica é combinada com incentivos à colaboração industrial através da formação de redes transinstitucionais e de organizações híbridas.

Fujigaki (2000) tenta algo semelhante com base no Modo 2, avançando o conceito de fronteira de validação (validation boundary) como forma de dar conta de múltiplas formas de enquadrar diferentes modalidades de controlo de qualidade. Estas fronteiras de validação representam os diferentes sistemas de referência e graus de integração do Modo

2 que são usados na prática científica. Os mercados e a resolução de problemas públicos funcionam como duas destas fronteiras, validando a investigação respetivamente pela sua capacidade de criar produtos comercializáveis ou de intervir na sociedade de forma positiva. Mais interesse é o desafio de síntese de fronteiras de validação. O modo 2 descreve a entrada de uma polaridade de atores na validação da ciência – associações de diversas áreas, comités, cidadãos. A resolução de situações compostas por múltiplos atores defendendo diferentes fronteiras é um dos aspetos mais fecundos para a compreensão dos novos sistemas de produção de conhecimento.

Outros trabalhos salientam os benefícios associados a estas mudanças, apontando receios de que a influência externa na produção académica seja redutora do potencial de uma ciência mais aberta. Dada a importância do conhecimento científico para as sociedades contemporâneas, é importante alargar a direção da investigação de grupo muito circunscrito, os investigadores, para uma base mais alargada. Os riscos para a autonomia científica advêm não da essência do processo de abertura, mas da falta de regulação das relações entre ciência, governo e indústria (Smith, Ward, e House 2011). A introdução de novos fatores de controlo de qualidade não reduz a validação pelos pares. Pelo contrário, adiciona-lhe normas de uma comunidade mais alargada, tornando a investigação neste novo contexto tão rigorosa como no anterior (Calvert 2004). Jones (2009), num trabalho sobre a área da biotecnologia, encontrou pouca resistência por parte dos investigadores ao crescimento do empreendedorismo na universidade. Apesar de ter havido alguma crítica ao crescimento das colaborações industriais, não existiu um esforço concertado por parte dos investigadores em defender a ciência pura. A aceitação da participação na indústria é também bem aceite entre os jovens investigadores em programas doutorais que partilham da opinião que as ligações à indústria são vantajosas para o desenvolvimento das carreiras científicas (Bienkowska e Klofsten 2011). Os receios de redução da produção científica fundamental com a viragem dos investigadores para o empreendedorismo podem também ser infundados. Segundo Van Looy et al. (2006) e Meyer (2006) a produção de patentes não só não afeta a produção para os pares como parece ter um efeito positivo entre os investigadores que mais produzem patentes.

Mas há também uma literatura de crítica que foca os impactos negativos destas transformações. A comercialização do conhecimento académico traz consigo o risco de institucionalizar o valor do conhecimento unicamente com base no seu estatuto de bem transacionável com o risco de erosão do valor da colaboração científica. A abertura da universidade aos valores empresariais acarreta obrigações de proteção da propriedade

intelectual com consequências para a partilha de conhecimento entre a comunidade científica que podem ter efeitos no avanço da produção académica a longo prazo (M. Kim e Park 2011). Neste sentido, o empreendedorismo científico pode ser gerador de ineficiência nos sistemas de ciência e tecnologia (Forsyth et al. 2008; Manjarrés-Henríquez et al. 2009; Powers e Campbell 2011). Esta comercialização do conhecimento também acarreta o risco de desinvestimento e desincentivo de certos tipos de investigação cujos efeitos na sociedade não se medem em valor comercial a curto prazo, seja por produzir bens públicos em vez de bens transacionáveis (Weber e Rohrer 2012), por ter impacto económico indireto através de efeitos de spill-over (Forsyth et al. 2008), ou por ser dirigido a efeitos de natureza local ou comunitária (Metcalf e Fenwick 2008).

Alguns estudos indicam que as expectativas depositadas sobre os investigadores, no sentido de valorizarem a produção dirigida ao exterior, não foram acompanhadas de uma reformulação dos critérios de avaliação da progressão nas carreiras dos investigadores, que continuam baseadas na publicação científica revista por pares mais do que nas dimensões de ligação à sociedade como a produção de patentes e aplicações ou a criação de spin-offs de base científica (Hessels e van Lente 2011; Arocena e Sutz 2001; Berkhout, Marcotullio, e Hanaoka 2012). A sobreposição entre o discurso do Modo 2 com o sistema de avaliação do Modo 1, agravada pela retração do financiamento público das universidades, cria uma situação de tensão em que a necessária diversificação das fontes de financiamento não é compatível com a progressão das carreiras científicas (Arocena e Sutz 2001; Cornell et al. 2013).

Estes dois trabalhos são sobretudo enquadramentos analíticos mais do que modelos construídos a partir de análise empírica extensiva. A parte mais importante da literatura incide precisamente sobre perceber até que ponto estes modelos estão refletidos em contexto e sistemas científicos particulares. A maioria do trabalho empírico nesta área tem focado sobretudo a dimensão institucional, mas têm surgido alguns trabalhos focados nas perceções dos investigadores que apontam para uma adoção parcial das práticas incluídas na descrição do Modo 2. Embora os investigadores não tenham alterado as suas conceções sobre as práticas de produção de conhecimento - metodologias, importância da revisão por pares-, os trabalhos empíricos indicam que os investigadores estão mais abertos a produzir investigação em temáticas socialmente ou economicamente relevantes (Bartunek 2011). Esta literatura abrange uma certa diversidade de contextos e identifica 3 características importantes na forma como estas transformações se estão a processar.

Primeiro, que existe uma viragem no sentido de orientar a atividade científica a ser mais aberta a influência externa, mas a extensão desta fica bastante aquém do que é descrito. Gulbrandsen e Langfeldt (2004) não encontram evidências de convergência entre a academia e a indústria ou de alterações nos critérios de controlo de qualidade no sistema científico norueguês. Alguns investigadores revelam uma orientação mais aplicada na sua prática científica, mas sem darem conta de qualquer rutura na organização da investigação.

Segundo Goldstein (2008), nos EUA em geral os investigadores rejeitam as normas clássicas da ciência e mostram-se favoráveis a uma ciência aberta e dirigida ao desenvolvimento socioeconómico. A ideia de uma viragem drástica para o empreendedorismo é sem dúvida dominante entre os administradores das universidades, mas esta longe de se institucionalizar entre os investigadores.

No contexto belga não houve um aumento significativo da proporção de investigação aplicada desenvolvida nas universidades decorrente da aproximação institucional entre a universidade e a indústria. O crescimento da colaboração com a indústria cresceu sobretudo devido ao interesse desta pela investigação básica ou fundamental e não pela reorganização da produção de conhecimento (Ranga, Debackere, e Tunzelmann 2003).

Em segundo, que as duas lógicas, a da ciência clássica e a nova produção de conhecimento, coexistem em alguns casos, em que algumas das práticas ou representações associadas ao Modo 2 são adotadas pelos investigadores, mas com pouco impacto nas práticas associadas à ciência clássica. Fernández de Lucio et al. (2012) encontram evidências limitadas de participação dos investigadores nestes novos processos de produção de conhecimento no sistema científico espanhol. Estes estão sem dúvida presentes, e são até característicos de algumas áreas de investigação, mas no conjunto da ciência tendem a coexistir com a lógica de organização académica. A sociologia e economia no Canadá não seguem a transição descrita pelos modelos de modo 2 e da universidade empreendedora. Os procedimentos de produção para produtores, isto é, a produção para pares, foram reforçados ao longo do último quartel do século XX (Albert 2003). O mesmo se mantém para outras áreas de investigação com as ciências clínicas e a biotecnologia, cujos praticantes se mantêm alinhados com os modelos tradicionais de controlo de qualidade. (Albert, Laberge, e McGuire 2012).

Na Suécia, o crescimento do financiamento privado da investigação levou sobretudo à formação de um sistema bipartido em duas tendências. Por um lado, uma

investigação fundamental com elevado impacto internacional e por outro, uma investigação aplicada dirigida ao apoio da indústria local. (Edqvist 2003).

Por último, outros autores encontram mudanças nos sistemas científicos, mas que mostram uma diversidade que não se enquadra nas descrições dos novos sistemas de produção de conhecimento. O trabalho de Bernasconi (2005) sobre a ciência no Chile expõe um exemplo interessante de como a absorção de valores vindos dos sistemas científicos centrais podem adquirir novos significados em contextos periféricos. A ciência chilena, reduzida em dimensão e relevância, tem como prioridade a sua afirmação no contexto científico internacional. O empreendedorismo científico no Chile serviu assim para reforçar as práticas de produção associadas ao Modo 1. Os investigadores empreendedores operam de forma semelhante às quasi-firmas de Etzkowitz (2003b), mais como forma de obter e gerir recursos para se manterem competitivos na investigação fundamental do que com o objetivo de produzir spin-offs tecnológicas.

Atkinson-Grosjean (2009) apresenta uma perspetiva assente numa diversidade de economias morais da ciência. Estas economias morais funcionam como heurísticas que guiam os cientistas na navegação dos espaços em que os valores científicos são negociados. Áreas científicas como a astronomia e as ciências médicas desenvolveram ao longo dos últimos 30 anos economias morais bastante distintas. Na astronomia, a necessidade de equipamento dispendioso e de financiamento de grandes laboratórios internacionais resultaram em economias morais, assentes na distribuição destes recursos. Uma economia moral de restrição do acesso aos cientistas de topo e outras de partilha alargada dos recursos. Nas ciências médicas investigadores e médicos convergiram para aproveitar os recursos disponibilizados por um trabalho mais próximo com a indústria, dando origem a uma economia moral que valoriza as relações com o exterior em detrimento da investigação puramente académica.

Gulbransen e Smeby (2005) contrariam também a ideia de homogeneidade das práticas de colaboração com a indústria. A comercialização da investigação através da colaboração e financiamento de empresas baseia-se em formas de organização, redes de relações e estratégias de financiamento substancialmente diferentes dos novos modelos de comercialização da ciência assentes em patenteamento pelos investigadores e criação de empresas spin-off.

Os novos modelos de produção de conhecimento (Gibbons et al. 2008) descritos na literatura sugerem uma evolução no enquadramento da ciência na sociedade que inclui uma nova perceção das responsabilidades sociais da ciência. A conceção clássica de

ciência radica numa certa autonomia da comunidade científica (Bourdieu 1991), que orienta o rumo da sua atividade por critérios próprios e determina os seus próprios métodos de controlo de qualidade. A atividade científica é guiada sobretudo por um conjunto de painéis de avaliação, que determinam a atribuição de verbas para projetos ou para a posições, revisores e editores, que avaliam artigos científicos, recrutados entre os membros mais proeminentes da comunidade científica.

Por seu turno, o modelo que supostamente tem vindo a emergir desde os finais do século XX assenta num maior escrutínio da atividade científica por parte da sociedade. Por um lado, devido a uma perceção daqueles que são os impactos da atividade científica por parte da sociedade em geral, seja na perceção dos riscos associados ao desenvolvimento tecnológico (Beck 1992), seja na perceção do impacto da tecnologia na melhoria das condições de vida - por exemplo na saúde ou nas comunicações - e no desenvolvimento económico (Castells 2000; Bell 1973). Neste sentido, emergiu um conjunto de expectativas sobre o papel da ciência que se tem vindo a manifestar na organização de um modelo de ciência em que a definição dos objetivos da investigação é partilhada com instituições externas à esfera científica.

A mudança na perceção da responsabilidade social da ciência também se manifesta na prioridade que tem sido dada à comunicação de ciência para públicos não especializados, materializada por exemplo na Agência Ciência Viva, que desde a sua criação em 1996 tem mantido e promovido um conjunto de atividades neste âmbito que incluem entre outras, o apoio a uma rede de centros de ciência, um programa de atividade científicas no verão e um programa de estágios em instituições de I&D para estudantes do ensino secundário (Costa et al 2005; Delicado 2006; Conceição 2011). No caso das energias renováveis a divulgação assume particular relevância, uma vez que as energias renováveis são uma das componentes de um programa político de transição energética e a sua implementação não é isenta suscitar controvérsias (Wolsink 2007; Devine-Wright 2005; Delicado 2015).

Especificamente no caso português há um conjunto de trabalho focados nas dinâmicas do sistema científico nacional. O caso português tem especificidades que vale a pena assinalar, em particular, um sistema universitário tradicionalmente vocacionado para a formação de quadros superiores e que só tardiamente ganha os contornos de um sistema científico moderno, vocacionado também para a investigação e que só começa a ganhar forma com a queda do regime do Estado Novo e a adesão à então Comunidade Europeia (Santiago e Carvalho 2011; Gonçalves 1996; Gonçalves 2000; Oliveira 2000).

Existe um conjunto limitado de trabalho sobre as dinâmicas de colaboração no sistema científico português. Pereira (2002a) encontrou sinais de uma fraca colaboração entre as universidades portuguesas e Videira (2016) encontra fracos indícios de dinâmicas de colaboração interdisciplinar. A nível internacional, alguns trabalhos encontraram um impacto positivo das parcerias internacionais com universidades americanas (MIT, CMU) (Horta e Patrício 2016; Patrício et al. 2017) e da mobilidade internacional na formação de redes de colaboração científica (Fontes, Videira, e Calapez 2013). Os trabalhos sobre colaboração na publicação de artigos científicos encontram um reforço da colaboração com os estados-membros da União Europeia, produto das políticas de criação de uma área de ciência comum (Pereira 1996; Patrício 2010).

No que toca às práticas científicas, tal como em alguns dos contextos já apresentados a manifestação de uma ciência Modo 2 é relativamente limitado (Pereira 2002b). A literatura identifica uma situação de hibridismo, em que elementos de Modo 2 coexistem com elementos subsistentes de Modo 1 (Santiago e Carvalho 2011). Os investigadores portugueses expressam uma valorização limitada de novos indicadores de qualidade científica (Patrício et al. 2018; Ávila 1998), criando tensão entre a produção académica e outras dimensões do trabalho dos investigadores (Santiago et al. 2014; Santiago, Carvalho, e Cardoso 2015; Hasanefendic, Patrício, e Bakker 2016). No entanto, a sua configuração não é homogênea e apresenta alguma diversidade que pode variar entre áreas científicas (Santiago, Carvalho, e Ferreira 2013; Carvalho e Diogo 2018).

Inovação e propriedade intelectual

Os novos modelos de produção de conhecimento e de relação academia-indústria levam a uma reformulação do modelo linear de inovação, que começa na investigação fundamental produzida nas universidades que posteriormente “transborda” para a investigação aplicada e o desenvolvimento de tecnologia. Pelo contrário, os modelos contemporâneos de inovação baseiam-se em relações complexas de transferência de conhecimento em que universidade e indústria coevoluem paralelamente (Leydesdorff e Meyer 2006). Este modelo tem vindo a tornar-se dominante tanto no discurso das universidades como mostra o trabalho de Meyer-Krahmer (1998) sobre o contexto alemão, como no discurso governamental, como mostra o trabalho de Perren (2013) sobre o contexto britânico.

Estas considerações têm impactos importantes a nível da política de ciência e inovação. Os sistemas de inovação contemporâneos tendem a desenvolver trajetórias assentes numa política de *laissez-faire* ou numa de dirigismo por parte do estado. O *laissez-faire* acarreta o risco de estagnar a inovação em bloqueios (lock-ins), em que o desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras é impedido pela incapacidade de estas competirem com tecnologias estabelecidas num mercado aberto (Meyer-Krahmer e Schmoch 1998; Hashi e Stojčić 2013). Por outro lado, a postura dirigista dá origem a um sistema de inovação ineficiente em que existe o risco de preparar soluções tecnológicas que não vão corresponder às necessidades reais do tecido económico e social (Etzkowitz 1994). O papel das instituições governamentais passa principalmente por uma postura de mediação que garanta a ligação entre os vários stakeholders envolvidos nos processos de inovação, a indústria e a universidade, mas também a sociedade civil, as autoridades locais e o próprio governo (Johnson 2008; Baba e Walsh 2010).

A produção de conhecimento pode basear-se em bases de conhecimento diferentes, cada uma com tipos específicos de dinâmicas (Smith, Ward, e House 2011; Martin 2013). Em bases de conhecimento analíticas, o conhecimento envolvido é altamente especializado e baseado em modelos formais, tendo como output a produção de artigos científicos e de patentes. Em termos de organização estas bases de conhecimento assentam em redes densas, mas compostas por um grupo limitado de especialistas em que a participação de investigadores é um elemento importante. Em bases de conhecimento sintético, a produção de conhecimento vem sobretudo da aplicação de conhecimento existente como resposta a problemas específicos e assenta sobretudo em comunidades de práticas ligadas à indústria. Este tipo de inovação produz modificações em produtos e processos. Ambas as bases de conhecimento podem assentar em configurações variadas em termos da participação de atores – o foco sintético não exclui necessariamente a participação das universidades assim como o foco analítico não exclui necessariamente o conhecimento de natureza prática (Martin 2013).

A "abertura" é uma outra possível dimensão de classificação identificada na bibliografia (Felin e Zenger 2014). Os sistemas de inovação fechados são caracterizados por propriedade intelectual restrita, estruturas de decisão hierárquicas e pela circulação rápida de informação. Os sistemas abertos, pelo contrário, caracterizam-se por propriedade intelectual difusa, estruturas de decisão horizontais, e por canais lentos de difusão de informação. As características diferenciadas destes sistemas têm consequências nos resultados obtidos pelos processos de inovação. Enquanto os sistemas

fechados mostram vantagens na procura de soluções para problemas complexos, que requerem um certo grau de centralização nos processos de decisão para serem resolvidos de forma célere, os sistemas abertos apresentam vantagens na produção de diversidade de soluções por alargarem a base de participantes envolvidos.

As atividades de patenteamento são uma das dimensões mais características da participação ativa dos investigadores nos sistemas de inovação. É através do patenteamento que a tecnologia produzida é passível de ser comercializada, seja através da colaboração com parceiros industriais ou através da formação de spin-offs de base tecnológica pelos próprios investigadores.

As patentes registadas por universidades ou investigadores em universidade cresceram a um ritmo superior ao crescimento total de patentes na Alemanha e nos EUA (Czarnitzki, Glänzel, e Hussinger 2009). Estes dois países fizeram alterações importantes à gestão das patentes de origem académica de forma a passar os direitos intelectuais do conhecimento produzido da posse dos investigadores para a posse das instituições. O patenteamento é um processo dispendioso e com baixa garantia de retorno e, ao retirar aos investigadores o direito o controlo dos rendimentos provenientes da inovação produzida, a universidade passou a assumir os custos, e, portanto, o risco associado ao processo (Czarnitzki, Glänzel, e Hussinger 2009). A perspectiva de rendimentos monetários da produção de inovação não é necessariamente uma das principais motivações para as atividades de empreendedorismo entre os investigadores. Estes procuram sobretudo as recompensas indiretas como estatuto, reputação ou a perspectiva de garantir financiamento de investigação, mais do que as de cariz monetário (Baldini, Grimaldi, e Sobrero 2007).

É importante notar que o crescimento das patentes com base em tecnologia produzida nas universidades não é um processo uniforme e apresenta importantes diferenças entre contextos nacionais. Estas atividades concentram-se sobretudo nos países do Norte e Centro da Europa, América do Norte e Japão, todos caracterizados por economias baseados no conhecimento muito desenvolvidas com indústrias com elevada intensidade de I&D, e é bastante menos relevante nos países do Sul da Europa, da Ásia-Pacífico e na Austrália (Y. Kim, Kim, e Yang 2012; Tijssen 2006). Numa comparação entre a Flandres e a Finlândia, Meyer et al. (2005) encontram também formas diferentes de gestão de propriedade intelectual por parte das universidades. Ambos os contextos são muito dinâmicos na transferência de tecnologia e são suportados por uma diversidade de indústrias tecnológicas, mas desenvolveram formas de colaboração universidade-

indústria distintas. As universidades na Flandres têm uma postura de incentivo do empreendedorismo científico que se traduz numa taxa mais elevada de retenção das patentes produzidas em contexto académico. Pelo contrário, as universidades finlandesas tendem a favorecer modelos mais clássicos de transferência de tecnologia em que o processo de patenteamento é feito em colaboração com parceiros industriais que tendem a reter os direitos de propriedade intelectual.

No caso português, as dinâmicas de produção de inovação são limitadas pela condição periférica do país (Pereira, Mendonça, e Godinho 2001; Oliveira e Carvalho 2002). No caso das energias renováveis, apesar da capacidade de algumas empresas nacionais em dotarem-se do conhecimento para fazer a implementação da energia (Fontes, Sousa, e Ferreira 2016; Bento e Fontes 2016; Sousa, Bento, e Fontes 2014), o empreendedorismo científico está limitado pela falta de suporte empresarial (Fontes 2007; Bento e Fontes 2016).

Um dos aspetos destacados por Gibbons et al. (2008) no que toca à diversificação de atores na produção de conhecimento é a emergência de organizações híbridas ou de ligação na promoção da produção de ciência aplicada à economia e à sociedade. Colombo et al. (2009) identificam três tipos de organizações híbridas: os programas governamentais que disponibilizam financiamento para inovação em áreas específicas como os programas Eureka e o QREN da União Europeia; as incubadoras de empresas e parques tecnológicos, geralmente associadas a universidades, que disponibilizam aos empreendedores apoio financeiro, administrativo, consultoria e acesso a pessoal técnico qualificado – os graduados das universidades; e por fim, consórcios industriais que dinamizam e apoiam projetos de inovação tecnológica com elevado potencial comercial imediato. Embora o principal objetivo de muitas destas organizações seja disponibilizar financiamento, os outros tipos de apoio são importantes no sucesso de empresas spin-off. As incubadoras de empresas são talvez a mais característica destas organizações e estão atualmente disseminadas como parte da política de ciência e tecnologia um pouco por todo o mundo (Etzkowitz 1994). São infraestruturas que procuram promover a transformação de investigação de origem académica em novas empresas com uma elevada componente de inovação tecnológica. As incubadoras fornecem às empresas spin-off um conjunto de condições materiais e de recursos humanos especializados que ajudam a fazer a transição para o mercado. Mas mais importante é o seu papel enquanto organização híbrida, de elo entre a academia e a indústria. As incubadoras associadas a

universidades contribuem para a formação e fortalecimento de ligações entre estas e parceiros industriais (Moray e Clarysse 2005).

Etzkowitz (2005) identifica três tipos de incubadoras. As de iniciativa industrial, que tendem a centralizar os processos administrativos e de gestão, limitando a comunicação horizontal. As de iniciativa comunitária, com uma forte orientação para o desenvolvimento local e para uma participação alargada nos processos de decisão. Por fim, os parques de ciência, centrados nas universidades e com o objetivo de promover o fluxo de pessoal e conhecimento entre a universidade e o tecido económico.

Política energética e investigação científica

As sociedades ocidentais defrontam-se atualmente com um processo de reformulação dos sistemas energéticos impulsionado pelo combate às alterações climáticas e pelo aumento do preço dos combustíveis fósseis. Este processo é enquadrado nas ciências sociais enquanto um processo de ‘transição’, entendido enquanto uma transformação estrutural de grandes subsistemas sociais ao longo de um período prolongado e envolvendo um grupo de aspetos técnicos e sociais altamente interligados (Meadowcroft 2009). Neste sentido as transições energéticas revelam algumas das características de sistemas complexos (Cherp, Jewell, e Goldthau 2011; Castellani e Hafferty 2009), o que obriga o estudo das transições energéticas a ser abrangente a nível dos sectores da sociedade envolvidos. As transições envolvem a investigação e desenvolvimento, tanto nos sectores tradicionais como nas novas formas de energia, a indústria e os distribuidores, a banca e as agências de investimento, os governos e padrões sociais alargados como as práticas de consumo, de construção e de planeamento urbano (Meadowcroft 2009).

A importância de uma política energética equilibrada é acentuada por certas características da inovação em energias renováveis. Em primeiro lugar, o investimento nesta área tende a ser maior em países onde os níveis de emissão de CO₂ são elevados. Isto não só implica que o desenvolvimento da tecnologia está a ser feito em contextos onde as tecnologias que competem com as energias renováveis estão bem estabelecidas, dificultando a sua integração no sistema energético, como dá sinais de risco de que os países com menos investimento na área venham a estagnar a sua transição energética (Ayari, Blazsek, e Mendi 2012; Lee e Lee 2013). Em segundo lugar, a inovação em

energias mostra um acentuado carácter cumulativo, em que as empresas que mais desenvolvem nova tecnologia são aquelas que já o fizeram no passado. A concentração da inovação em torno de um número limitado de entidades pode limitar a diversidade de opções tecnológicas e orientar o seu desenvolvimento para soluções menos viáveis (Aalbers, Shestalova, e Kocsis 2013).

O objetivo de produzir alterações no sistema energético tem levado os governos dos países ocidentais (especialmente na Europa) a intervir através de alterações na política energética. Os diversos contextos nacionais não só mostram a diversidade de trajetos assumidos pelos poderes públicos como a importância das estruturas socioeconómicas nacionais neste processo, geralmente denominado transição energética. Uma transição energética é um processo de transformação social de transição de uma fonte de energia primária para outra. Assim como ao longo do século de XIX se transitou de uma sociedade assente sobretudo em tração animal, biomassa (combustão de lenha), vento e recursos hídricos (moinhos) para alimentar a mobilidade, a produção industrial e o consumo doméstico para uma outra assente nos combustíveis fósseis (principalmente petróleo e carvão); hoje em dia as sociedades ocidentais estão em processo de abandono dos combustíveis fósseis, para os substituírem por novas tecnologias de aproveitamento de recursos naturais renováveis (vento, sol, curso dos rios, geotermia e biomassa).

No caso das energias renováveis apenas alguns países europeus como a Alemanha, Espanha e a Dinamarca conseguiram introduzir uma proporção importante de energias renováveis na produção, muito devido a uma política de subsídios à produção que garantem segurança a longo prazo para os investidores, sobretudo no sector eólico (Reiche e Bechberger 2004). Para o sector solar apenas a Alemanha conseguiu um aumento significativo da produção, devido não só às condições de investimento criadas pela introdução dos subsídios, mas também devido à forte presença da indústria alemã na produção de módulos fotovoltaicos (Jager-Waldau 2007).

A literatura tem focado muitos dos aspetos da transição energética, mas não tem focado muita atenção na investigação. Os investigadores são um elemento integrante do sistema sociotécnico da energia, estão envolvidos não apenas no desenvolvimento de nova tecnologia, mas também frequentemente no aconselhamento de políticas públicas, na consultoria a empresas e na disseminação de conhecimento científico na sociedade. Em termos de I&D os países europeus investem cerca de 30% do orçamento para a energia na área das energias renováveis, mas existem diferenças significativas entre países sobretudo a nível das tecnologias apoiadas. Países como a Alemanha, Itália, França

e Reino Unido apoiam sobretudo o desenvolvimento na área do fotovoltaico, enquanto Portugal, Áustria, Bélgica, Dinamarca e Finlândia investem mais nas tecnologias de biomassa. A Espanha é o único país que apoia maioritariamente o desenvolvimento de tecnologia para a produção eólica (Ragwitz e Miola 2005).

Mas os processos de transição não podem ser encarados como processos tecnológicos isolados da sociedade em que o custo é um único fator de promoção da implementação de nova tecnologia (del Río e Bleda 2012). O retirar das barreiras económicas para as energias renováveis através do apoio financeiro por parte do estado pouco contribuiu para ultrapassar as barreiras políticas e culturais da implementação das energias renováveis (Benjamin K. Sovacool 2009). A transição energética requer que se redirecione parte do esforço posto na melhoria dos aspetos económicos e tecnológicos para uma divulgação que permita aproximar os consumidores dos sistemas energéticos e para mudanças de organização que desafiem o controlo das grandes empresas do sector (Benjamin K. Sovacool e Brossmann 2013; Nolden 2013).

Sovacool (Sovacool 2010) mostra como o background sociopolítico dos contextos nacionais pode condicionar a organização da investigação e inovação em energias renováveis. Na Dinamarca, onde se valoriza a descentralização e o igualitarismo, desenvolveu-se um sistema de inovação assente na inclusão e na valorização dos aspetos sociais da tecnologia. No sentido oposto, os EUA, onde existe uma forte cultura de valorização da iniciativa privada e das grandes empresas, organizaram-se em torno de um modelo mais fechado e assente na competição económica entre tecnologias.

O desenvolvimento de sectores de energias renováveis pode também beneficiar de sinergias importantes com outros sectores industriais. Na Noruega, a investigação e desenvolvimento na área do fotovoltaico aproveitou o conhecimento especializado e as ligações universidade-indústria de uma indústria metalúrgica em risco de desintegração. A relação acabou por possibilitar uma entrada rápida da Noruega neste sector tecnológico, a tempo de aproveitar o crescimento da procura no internacional, criando um novo sector industrial a partir de uma indústria tradicional (Klitkou e Godoe 2013). Na Alemanha, a investigação em turbinas eólicas beneficiou em grande medida do conhecimento produzido na área da aerodinâmica devido à longa colaboração entre a universidade e a indústria aeronáutica (Kamp 2007).

Redes de coautoria enquanto representação da comunidade científica

O uso da análise de redes sociais tem vindo a ganhar importância enquanto forma de representação e análise sistemática de relações sociais (Borgatti et al. 2009). Tradicionalmente as relações sociais tendem a ser vistas de uma perspetiva que privilegia as características individuais (o resultado típico de um inquérito por questionário) e por isso, a relação como resultado da pertença dos indivíduos a papéis formais (pertença a instituições, papéis laborais, etc.). A análise de redes apresenta a vantagem de poder deixar de parte as estruturas formais e remeter a análise para o estudo das estruturas informais de relações que têm um impacto importante na estruturação da ação social (Watts 2004).

A análise de estrutura informais é particularmente importante no estudo da organização do trabalho científico. Embora a ciência esteja organizada em torno de universidades, centros de investigação em que os investigadores ocupam posições relativamente bem definidas – professores, alunos, coordenadores de unidades e laboratórios – estas dificilmente revelam uma imagem completa do trabalho científico. As relações entre investigadores obedecem muitas vezes a lógicas que não correspondem à sua inserção institucional, mantendo muitas vezes relações de colaboração continuadas com investigadores de outras instituições (ou outros países) ao mesmo tempo que interagem pouco frequentemente com investigadores da sua própria instituição.

A análise de redes científicas tem beneficiado largamente da disponibilidade de informação sistematizada sobre publicação científica acessível através da web. Existem atualmente um conjunto de serviços de aglomeração desta informação, alguns de carácter geral (Web of Science, Scopus) outros especializados em determinadas áreas científicas (MEDLine, Arxiv). Estas bases permitem aceder facilmente a grandes volumes de informação sobre publicações, que obrigam ao uso de procedimentos metodológicos capazes de fazer um tratamento sistemático dos dados obtidos. Neste sentido, a investigação tem recorrido a um conjunto de ferramentas provenientes de um corpo de literatura em larga medida interdisciplinar, com investigação a ser feita em áreas tão diferentes como a matemática, as ciências da computação, a sociologia, as neurociências, e que tem contribuído para sistematizar as formas de tratar este tipo particular de dados (Watts 2004).

A medição da atividade científica e da colaboração, embora útil em muitos aspetos, não representa em si mesmo. A bibliometria é útil na medida em que as

redes extraídas dos dados permitem desvendar padrões de relações que se traduzem em estruturas sociais com alguma permanência e regularidade (Bordons et al. 2015; Abbasi, Altmann, e Hossain 2011; Jansen, Görtz, e Heidler 2009). Uma rede de colaboração científica é para todos os efeitos um espaço social (Katchanov, Markova, e Shmatko 2016), com mecanismos próprios de produção e reprodução de relações (Moed et al. 1991), e uma representação da mesma é uma ferramenta importante para o estudo de algumas das dinâmicas que sustentam a organização social do trabalho científico.

A vantagens do uso de uma representação da colaboração científica enquanto rede é de representar e abordar diretamente as relações entre indivíduos (Molina 2009), em vez das relações entre características dos indivíduos, como numa análise estatística com base em variáveis. Isto permite que a análise do espaço social que é a colaboração científica tenha em conta não só sobre as dinâmicas globais da colaboração - quanto se colabora? - mas também as dinâmicas locais - quem colabora com quem? Com que intensidade?

Mas o que é uma relação científica e como pode ser representada? A bibliografia na área tem privilegiado dois tipos de relações que podem ser extraídas de uma base bibliográfica. Em primeiro lugar, as relações de citação que ligam autores através da citação de artigos e que formam representações do que se aproximam do que se pode chamar uma estrutura cognitiva da ciência. Em segundo lugar, as relações de coautoria (que vão ser o foco deste trabalho) que ligam autores através da participação mútua na produção de outputs e que tendem a representar uma estrutura da organização do trabalho científico. Os dois tipos de representações são em grande medida complementares nos seus objetivos e contam já com uma robusta tradição de pesquisa com base em bibliometria. Têm-se mostrado úteis na compreensão de vários fenómenos ligados à organização das comunidades científicas, como os processos de hierarquização na ciência (Leydesdorff e Rafols 2009) ou a formação de novas áreas disciplinares (Roth e Bourguine 2005) e novas temáticas de investigação (Gmur 2003). No caso específico da análise de redes de coautoria, o trabalho pioneiro de Newman (2001) mostrou que apesar das limitações associadas, uma análise baseada neste tipo de dados permite aceder a bastante informação sobre os processos de colaboração em ciência.

Mas até que ponto a coautoria de artigos é uma representação da colaboração científica? É certamente óbvio que a coautoria de artigos não esgota as possibilidades de colaboração. A colaboração científica abarca não só outros tipos de publicação como a coautoria de patentes, a coorganização de livros, a apresentação de comunicações

conjuntas em conferências, working papers ou relatórios, que em larga medida saem fora do âmbito destes agregadores de produção académica (van Leeuwen, van Wijk, e Wouters 2016; Bourke e Butler 1996), mas também a participação conjunta em atividades como projetos de investigação, organização de conferências, atividades de formação e a organização de eventos para publico não especializado. A análise bibliométrica privilegia um tipo particular de colaboração académica – aquela que se traduz em escrita de artigos em coautoria -, mas esta não deixa de ser a mais importante instância de produção científica, e muitas das outras situações de colaboração, como participação em projetos têm, em geral, o objetivo de produção de artigos científicos. Assim, ainda que parcial, a bibliometria é uma aproximação razoável da colaboração, com grandes vantagens em termos de extensão dos dados disponíveis e em possibilidades de um tratamento sistemático dos mesmos (Molina 2009).

A colaboração aumenta a qualidade e visibilidade do trabalho científico (Wagner e Leydesdorff 2005) e permite aos investigadores trabalhar em problemas que requerem a partilha de conhecimento e técnicas ou acesso a equipamento especializado (Katz 1997). A colaboração científica cresceu significativamente ao longo dos últimos 30 anos (Olmeda-Gómez et al. 2009; Cronin 2001; Persson, Glanzel, e Danell 2004). Em particular, a literatura tem prestado atenção ao crescimento da colaboração científica internacional (Wagner e Leydesdorff 2005; Leydesdorff e Wagner 2008; Katz e Martin 1997) e à forma como a colaboração reproduz e manifesta a hierarquização da ciência. Os países com sistemas científicos mais robustos como os EUA ocupam frequentemente a função de hubs entre os restantes, concentrado em si uma proporção significativa das colaborações internacionais. Mas a hierarquização destes sistemas é complexa e muitas vezes composta por uma hierarquia de relações entre países mais centrais e mais periféricos, como mostram alguns trabalhos que tem identificado este tipo de dinâmicas na Europa, em que países como a Alemanha, o Reino Unido e a França têm um papel importante enquanto hubs no contexto europeu (A. Schubert e Braun 1990).

As dinâmicas de centro-periferia a nível europeu derivam em grande parte dos incentivos dados no quadro da União Europeia à colaboração entre os seus países membros e tem bastante impacto sobretudo no sistema científico dos países mais pequenos. Este fenómeno é identificado em alguma literatura como continentalização ou europeização (Makkonen e Mitze 2016; Tijssen 2008), incorre no risco de dependência dos países mais periféricos da UE, como os do Sul, em particular Portugal e Grécia (Zitt, Bassecouard, e Okubo 2000), ou da Europa de Leste, que vêm os sistemas científicos

pouco desenvolvidos crescer a um ritmo acelerado devido ao financiamento disponibilizado através dos programas quadro da Comissão Europeia (Horta e Veloso 2007; Acosta et al. 2012; Hoekman, Frenken, e Tijssen 2010), mas em que esse crescimento fica ancorado na colaboração com os seus congéneres do centro da Europa em detrimento das relações com outros países.

Esta dinâmica sobrepõe-se a uma tendência para os países periféricos manterem taxas elevadas de colaboração internacional (McKerlich, Ives, e McGreal 2013; Chimhundu, de Jager, e Douglas 2015). Em primeiro lugar, simplesmente porque um sistema científico pouco desenvolvido implica que a maioria dos potenciais colaboradores se encontrem no exterior do país. Em segundo, porque estes países dependem da colaboração internacional para aumentar a visibilidade da investigação e a atratividade dos outputs científicos (Ronda-Pupo e Sylvan Katz 2016). Em suma, no contexto da competição internacional, a colaboração ajuda a ‘vender’ a ciência portuguesa. De facto, nos anos 1990, Portugal tinha uma das maiores taxas de colaboração internacional em publicações de artigos da Europa (Glanzel 2001), a rondar os 50%, e este valor têm-se mantido ao longo dos últimos 15 anos.

Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento local

As atividades de inovação e as dinâmicas da economia do conhecimento, como qualquer outra atividade económica, não estão desarticuladas dos territórios em que estão inseridas. Os níveis regionais e locais podem revelar-se importantes na criação de mecanismos de articulação entre investigação, inovação e tecido económico (Harloe e Perry 2004; Asheim e Coenen 2005). Fromhold-Eisebith e Werker (2013) identificam cinco funções fundamentais da universidade na transferência de conhecimento a nível regional. Em primeiro lugar, missão da universidade, no sentido em que esta inclui ou não objetivos de articulação local nos seus princípios de funcionamento. Em segundo, as universidades funcionam como fornecedores de conhecimento a nível regional. Em terceiro, as universidades têm a capacidade de gerar capital humano através da formação de recursos qualificados. Em quarto, funcionam como elementos de ligação intra e inter-regional. E por último, os efeitos sistémicos da atividade da universidade sobre a forma de crescimento e desenvolvimento socioeconómico regional.

A relação entre a ciência e inovação e impacto socioeconómico é complexa e está, por isso dependente de uma multitude de potenciais bloqueios. A criação de programas de desenvolvimento regional com base na ciência em inovação, nem sempre tem o desejado efeito de *spill-over* para o tecido económico. A universidade e da indústria apresentam culturas organizacionais enraizadas que nem sempre se mostram compatíveis com os objetivos de colaboração e construção de sinergias entre as duas partes (Frykfors e Jönsson 2010). Os fundos disponibilizados às universidades com este objetivo acabam em muitos casos em traduzir-se mais em investigação fundamental do que em inovação com perspectivas de aplicação a nível regional (Lundequist e Waxell 2010). Contudo, forçar a direção da investigação para a aplicação também não garante este objetivo. É possível que o conhecimento produzido nas universidades, ainda que dirigido à aplicação, se oriente para direções que não representam necessidades dos tecidos económicos locais (Cowan e Zinovyeva 2013; Rondé e Hussler 2005; Debackere, Luwel, e Veugelers 1999).

As características dos tecidos económicos regionais são também importantes na construção de sinergias com a universidade. Em regiões com baixos níveis de empreendedorismo e economias baseadas em indústria de baixa densidade tecnológica as ligações universidade-indústria dificilmente criam um efeito económico sustentado (Kim, Kim, e Yang 2012). É a indústria de elevada e sobretudo de média densidade tecnológica que mais propiciam o impacto das relações com a universidade. A indústria muito avançada tem impactos importantes, mas tende a ser de reduzida dimensão e com uma orientação para escalas nacionais e internacionais. São sobretudo as empresas de média densidade tecnológica que criam emprego e desenvolvem sinergias com as universidades com maior impacto local (Leydesdorff e Meyer 2006; Strand e Leydesdorff 2013).

Alguns trabalhos apontam outros fatores com impactos positivos na criação de sinergia local ou regional em I&D. As tecnologias emergentes, por não terem uma estrutura de relações de produção de conhecimento estabelecida beneficiam bastante da co-localização da indústria e investigação, permitindo a criação de clusters em torno de tecnologias específicas (Grimpe e Patuelli 2009; Mayer 2013). Também importante é a coordenação do processo de desenvolvimento por parte das instituições políticas regionais. Estas têm a capacidade de, primeiro, adaptar o desenvolvimento de inovação às capacidade e características regionais (Pinto e Rodrigues 2010), e segundo, de garantir a coerência do processo evitando a fragmentação das atividades e o desperdício de recursos (Rodrigues e Melo 2012).

Em resumo, é importante reter acima de tudo que independentemente das divergências encontradas sobre a prevalência das novas formas de produção de conhecimento os contextos nacionais de ciência e tecnologia são relevantes. Embora pareça existir um discurso de homogeneidade das práticas científicas, os sistemas científicos nacionais têm dimensões, estados de maturação e orientações diferentes com impactos na forma e na intensidade das relações que estabelecem com a indústria e a sociedade em geral.

II

Metodologia

Introdução

De forma a enquadrar a complexidade do fenómeno em estudo, este trabalho recorreu a um conjunto plural de métodos de recolha e tratamento de dados. Em primeiro lugar, recorreu-se a uma recolha de documentação sobre política científica e energética. Ambas estas áreas têm sido alvo de grandes mudanças a nível de políticas por parte de sucessivos governos nacionais e pela União Europeia. Por um lado, na área da ciência, no sentido de expandir os sistemas científicos e tecnológicos e fomentar a coesão do espaço europeu de ciência, e, por outro, no campo da energia, no sentido de acelerar a transição dos sistemas energéticos da sua dependência de combustíveis fósseis para fontes de energia endógenas e com menos impacto ambiental. Este foi um período de grande atividade em torno da reformulação da política energética, marcado por alguns documentos importantes, como o ‘Livro Branco para as energias renováveis’ (Comissão Europeia 1997), o Plano Energias endógenas e Eficiência Energética (Conselho de Ministros 2001), que vão fornecer o enquadramento político para análise subsequente.

Em segundo lugar, foi construídas redes de coautoria a partir uma recolha de dados de uma das mais populares bases de referência de artigos científicos, por um lado, e de projetos e patentes, por outro, de forma a traçar o crescimento da investigação em energias renováveis em Portugal e entender como a comunidade científica em energias renováveis evoluiu com as alterações no contexto político e social. Extrair dados sobre os investigadores e as suas colaborações de uma base deste tipo não é uma tarefa trivial, o que dificulta a preparação e análise de bases de grande dimensão. No entanto, esta tarefa torna-se possível através da automação de algumas tarefas de processamento dos dados e pela disponibilidade de aplicações de análise e visualização de redes sociais.

Em terceiro, foram realizadas entrevistas com investigadores em energias renováveis identificados nas redes de investigação. Os dados bibliométricos permitem tirar algumas conclusões sobre o crescimento das comunidades científicas e das suas dinâmicas de colaboração, mas este trabalho tem por objetivo complementar essa informação com dados sobre práticas e representações dos investigadores que são mais adequadamente recolhidos através de entrevista.

Por último, foi realizado um estudo de caso sobre a criação de uma empresa municipal de I&D em energias renováveis de iniciativa do município de Moura. Este caso fornece um exemplo de uma tentativa de criar uma dinâmica económica em torno das energias renováveis aproveitando o contexto político favorável.

Recolha de dados

A indexação de artigos científicos é dominada por dois serviços, a Web of Science, criado em 1964 como Science Citation Index¹ e o Scopus, lançado em 2004 pela Elsevier, um dos principais grupos de publicação de periódicos científicos. As duas bases tem uma cobertura relativamente semelhante com algumas diferenças na cobertura de periódicos mais antigos (em que a cobertura da Web of Science é mais abrangente) e na cobertura de periódicos em línguas que não o inglês (vantagem para a Scopus) (Mongeon e Paul-Hus 2016; Harzing e Alakangas 2016). As bases de dados têm ainda algumas diferenças na forma como armazenam dados bibliográficos que são relevantes para este trabalho. A Web of Science armazena os nomes dos autores por extenso, ao contrário da Scopus, em que os autores são identificados por último nome e pelas iniciais dos restantes. O uso de nomes por extenso facilita bastante as tarefas de desambiguação, ao reduzir o número de situações em que autores diferentes partilham o mesmo nome, o que faria da Web of Science a base mais apropriada para este trabalho. Infelizmente, embora a Web of Science tenha uma boa cobertura histórica, a base apenas associa os autores à sua instituição de acolhimento a partir de 2008, o que torna impossível distinguir os autores radicados em instituições portuguesas dos radicados em instituições estrangeiras. A identificação da comunidade nacional de investigadores em energias renováveis é

¹ O Science Citation Index foi adquirido pela Thompson Reuters em 1992 e é atualmente propriedade da Clarivate Analytics que em 2016 adquiriu a divisão de propriedade intelectual e ciência da Thompson Reuters

essencial para este trabalho e a base da Elsevier, apesar de menos completa para desambiguação, é a única que consegue cobrir este requisito para o período em estudo (2001-2015).

A recolha de dados assentou em bases de dados com informação sobre colaboração científica disponíveis na internet:

- Redes de colaboração científica: Repositório da Scopus (1102 artigos)
- Redes de colaboração com empresas: Repositório de projetos do Cordis – Serviço Comunitário de Informação sobre Investigação e Desenvolvimento (178 projetos); Base de projetos da Fundação para a Ciência e Tecnologia (68 projetos); repositório de registos de patente da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (69 registos de patente).

As energias renováveis são uma área de investigação recente e o número de artigos publicados antes de meados da década de 2000 é muito reduzido. No entanto, para compreender a dimensão do crescimento do sistema científico e desta área, que acelera a partir de 2004 e sobretudo de 2007, é um importante recolher dados sobre a sua situação no período imediatamente anterior. Dados estes requisitos, período de 15 anos entre 2001 e 2015 é adequado para os objetivos deste trabalho.

A área das energias renováveis é uma área interdisciplinar e que recebe contribuições de disciplinas diferentes como as engenharias mecânica, eletrotécnica e química, a ciência dos materiais, a química ou a física. Embora a base de dados tenha uma secção de periódicos sobre energia, esta pode não cobrir artigos que sejam publicados em revistas das áreas disciplinares de origem dos autores, o que torna difícil construir uma base bibliográfica que reflita a produção portuguesa na área. Ainda assim, foi escolhido limita a pesquisa à secção de energia, uma vez que uma pesquisa mais abrangente corre simultaneamente o risco de introduzir outros enviesamentos nos dados ou incorporar muita produção científica que não se enquadre no âmbito deste estudo.

A versão final da base de dados bibliográfica usada neste trabalho foi recolhida da Scopus em 16-03-2016 através de uma pesquisa segundo os seguintes termos:

- Publicação entre 2001 e 2015
- Publicação em revista científica ou ata de conferência
- Periódico classificado como parte da área temática de energia

- Pelo menos um investigador de uma instituição portuguesa entre os autores
- Pelo menos um dos termos seguintes está presente no título, palavras-chave, ou resumo do artigo: ‘solar’, ‘photovolt*’ ‘wind’, ‘eolic’, ‘biomass’, ‘wave’, ‘hydro*’, ‘geothermal’, ‘sustainable’, ‘renewable’

Este procedimento resultou numa base bibliográfica com 1102 entradas.

A publicação de artigos em revistas especializadas tende a ser sobretudo uma prática académica e, por isso, no sentido de mapear a diversidade organizacional nesta área de investigação, foram também recolhidos outros tipos de colaboração - patentes e participação em projetos - uma vez que é plausível assumir que existam mais instâncias de colaboração com agentes externos à comunidade científica - especialmente com empresas. Os dados do repositório do Cordis² foram recolhidos em 10-06-2016. Foi feita uma pesquisa por projetos na secção de Fontes de Energia Renovável financiados entre 2001 e 2015 e com participação de entidades portuguesas. Foram recolhidos 178 projetos nestas condições. Foram identificados os que correspondiam a colaborações entre empresas e instituições de I&D portuguesas (18).

Os dados do repositório de projetos da Fundação para a Ciência e Tecnologia foram recolhidos em 12-06-2016 e analisados segundo os seguintes procedimentos específicos. Foram pesquisadas as áreas das ciências exatas e naturais e de engenharia. Foram recolhidos todos os projetos que correspondiam ao âmbito deste trabalho

Os dados de coautoria de patentes foram recolhidos em 12-06-2016 da base de dados da World Intellectual Property Organization. Foi efetuada uma pesquisa no motor de busca da WIPO usando os termos referidos para a pesquisa no Scopus. Foram recolhidos 68 registos de patente com a participação de entidades portuguesas. Foram selecionados os correspondentes a colaborações entre empresas e instituições de I&D (17).

² Cordis é o Serviço Comunitário de Informação em Ciência e Tecnologia, que disponibiliza informação sobre a investigação financiada pela União Europeia.

Processamento dos dados

A base de artigos de artigos científicos recolhidos através da Scopus foi processada através de um parser (programa de compreensão de texto) desenvolvido em Python com recurso ao módulo `pyparsing`. O programa identifica os elementos individuais no campo da base de dados que contem as moradas dos investigadores. Estes elementos são depois fornecidos a uma rotina desenvolvida em python com recurso aos pacotes `networkx` (processamento e análise de redes) e `pandas` (processamento de tabelas de dados), que produz um ficheiro de rede de coautoria (formato `gexf`).

Um dos problemas identificados na análise de redes de coautoria é o potencial impacto de uma identificação errada de autores. Dois ou mais autores diferentes podem partilhar um mesmo nome, criando um problema de aglomeração que distorce as redes ao ligar grupos de autores que não deveriam estar ligados. Por outro lado, um mesmo autor pode estar identificado na base de dados por mais do que um nome, potencialmente separando parte da rede. Acresce que ambos os problemas interferem substancialmente em métricas da qual análise depende, como o grau, podendo levar a uma identificação errónea de quem são os elementos importantes da rede. O trabalho da rede requer, portanto, a implementação de um processo que permita desambiguar autores, isto é, atribuir cada registo de autoria de artigo ao seu autor correspondente, mesmo em casos em exista ambiguidade nos nomes.

Os métodos de desambiguação de agentes são uma área de investigação em si, mesma, dentro da qual se tem desenvolvido uma área especificamente dedicada à desambiguação de autores em bases bibliográficas (Veloso et al. 2012; Han et al. 2004; Elliott 2010). É importante considerar duas formas de olhar para estes métodos. Em primeiro lugar, estes métodos podem ser supervisionados ou não supervisionados. Os métodos supervisionados têm potencial para maior precisão na desambiguação, mas necessitam de um processo de treino que requer acesso a uma base de dados previamente classificada antes de serem usados, o que torna a sua aplicação morosa. Os métodos não supervisionados por sua vez dividem-se entre métodos probabilísticos e métodos heurísticos. Os métodos probabilísticos assentam geralmente em métodos de clustering de autores com características próximas, mas tendem a requerer algum conhecimento sobre a base de dados, por exemplo do número de autores individuais presentes. Adquirir esta informação não é de forma alguma praticável no âmbito deste trabalho, o que deixa os métodos heurísticos como os mais apropriados para fazer a desambiguação da base de

dados. Estes métodos baseiam-se em suposições que se presumem verdadeiras em grande parte das situações. O método utilizado neste estudo é uma adaptação do algoritmo HCC usado por Cota (2010) que parte da ideia que os investigadores tendem a colaborar com os mesmos autores e a publicar em áreas semelhantes.

O algoritmo é aplicado numa rede em que as instâncias de autoria são guardadas enquanto nós individuais, isto é, cada artigo contribui com um nó para cada um dos seus coautores e instâncias que partilhem o mesmo nome são mantidas enquanto entidades separadas. Sobre esta rede o algoritmo aplica um processo de fusão sucessiva de nós de acordo com as duas heurísticas definidas. Em primeiro lugar, dois autores que tenham um nome compatível e partilhem um colaborador com o mesmo são provavelmente a mesma pessoa. Um nome compatível é um nome que tenha o mesmo apelido e um conjunto de iniciais que potencialmente possam pertencer à mesma pessoa (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 Compatibilidade de nomes de autores - Exemplo

LO Junqueira

Compatível	Não compatível
L Junqueira	M Junqueira
LOL Junqueira	OL Junqueira
LM Junqueira	ML Junqueira

Este processo produz um conjunto de clusters de entradas que correspondem a um mesmo autor. Num segundo passo, estes clusters são agrupados em função de uma comparação entre um conjunto dos títulos dos artigos ligados aos elementos de 2 clusters. Se o conjunto dos títulos for semelhante os clusters são fundidos formando um novo cluster com os elementos dos dois anteriores. A comparação dos títulos é feita através de:

1. Aplicação de um algoritmo de TF-IDF (Term Frequency - Inverse Document Frequency) (Smalheiser e Torvik 2011) para criar um vetor baseado nas palavras usadas no título. O método tem em conta não apenas os termos usados, mas também a sua frequência no total da base bibliográfica. Os termos menos frequentes, e, portanto, mais característicos de uma determinada área de investigação têm mais peso na construção do vetor.

2. Os vetores são comparados por um método de similaridade de cossenos (On e Lee 2007), que compara a distância euclidiana entre os dois vetores. Clusters com uma

similaridade superior a 0,7 (Cota et al. 2010) são considerados pertencentes ao mesmo ao autor e são fundidos num novo cluster.

O resultado deste processo é ainda relativamente conservador no que toca à fusão de autores semelhante, pelo que a base contém ainda algumas instâncias do mesmo autor que se encontram separadas. A decisão por um processo mais conservador deve-se a uma tentativa de evitar aglomeração de autores com identidades diferentes num mesmo agente na rede, que a literatura aponta como produzindo distorções muito significativas nas redes de coautoria. Também porque após o processamento automático inicial a base ganha uma dimensão que possibilita um processo final de ajustamento manual. Neste sentido, os autores foram fundidos usando alguma informação adicional disponível na base como as suas instituições de acolhimento. A versão final da base de dados de redes contém 2253 autores (nós) ligados por 8857 arestas não direcionadas e com peso correspondente ao número de artigos em que os dois autores colaboram.

A rede de colaboração internacional foi construída através de um processo semelhante ao da rede de coautores. A mesma base de dados de artigos recolhida da Scopus foi processada, mas criando uma rede em que os nós representam os países e as arestas representam instâncias de coautoria entre investigadores radicados em instituições desses países. A rede é constituída por 47 nós e 178 arestas não direcionadas com peso igual ao número de colaborações entre investigadores do respetivo par de países.

Análise de Redes – Conceitos Fundamentais e Métricas

Uma rede é uma representação de informação com recurso a um grafo. Por um lado, um grafo é uma estrutura de dados, isto é, uma forma de organizar e armazenar dados de forma a que estes possam ser acedidos de forma correta e eficiente. Neste sentido, um grafo não é diferente de uma tabela, em que a estrutura de duas entradas permite distinguir um caso de uma variável e processar a informação com recurso a métodos estatísticos. Mas os grafos são também estruturas com características específicas e cuja organização pode ser analisada em si mesma. Isto permite armazenar informação relacional na estrutura do grafo ao mesmo tempo que se armazena informação sobre indivíduos.

Um grafo é uma estrutura composta por um grupo de elementos denominados nós ou vértices ligados entre si - as ligações são denominadas arestas, laços ou ligações. A

presença ou ausência de uma aresta entre cada par de nós dá ao grafo um conjunto de propriedades que podem ser estudadas com recurso a um conjunto de métodos próprios.

Estes nós e arestas podem ser usados para representar qualquer tipo de realidade empírica em que a relação entre objetos seja um elemento importante para a sua compreensão. A análise de redes tem ganho ímpeto desde o final do século XX em variadas áreas disciplinares como as tecnologias de informação (redes de computadores) (Brin e Page 2013) ou as neurociências (redes neuronais) (Butts 2009). Nas ciências sociais pode ser usado para representar uma diversidade de fenómenos. Os nós podem ser usados para representar indivíduos em diversos contextos assim como agentes sociais coletivos como empresas, organizações não-governamentais ou países. Podem ainda ser usados na representação de objetos ou até conceitos cuja interligação seja socialmente relevante. As arestas por seu turno podem ser usadas para representar relações pessoais ou profissionais, co-pertença a grupos ou organizações, interações ou fluxos de recursos ou informação. Neste trabalho os nós representam investigadores individuais ou organizações envolvidas em atividade científica e as arestas são usadas para representar instâncias de coautoria de artigos científicos ou patentes ou de participação num mesmo projeto.

Adjacência

Dois nós de uma rede são adjacentes se partilharem uma aresta. Para este trabalho adjacência entre dois vértices (autores, países) indica que estes colaboraram em pelo menos um dos elementos (artigos científicos, projetos ou patentes) nas bases de dados.

Incidência

Uma aresta é incidente de um vértice se estiver ligada a este.

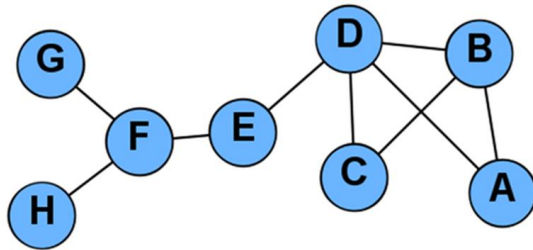
Peso

O peso é um valor associado a uma aresta que indica a sua intensidade, força ou capacidade. Para este trabalho o peso indica o número de colaborações entre dois vértices.

Caminho

Um caminho entre dois nós é uma sequência de nós e arestas não repetidos que ligam esses dois nós.

Figura 2.1 – Exemplo de caminhos



Existe 1 Caminho entre H e D:

H -> F -> E -> D

Existem 3 Caminhos entre F e A:

F -> E -> D -> A

F -> E -> D -> B -> A

F -> E -> D -> C -> B -> A

Densidade

Densidade é a proporção de ligações existentes em relação às relações potenciais (se todos os vértices da rede estivessem ligados entre si.)

Grau

O grau é uma das métricas elementares da análise de redes e é igual ao número das suas arestas incidentes. Neste trabalho o grau indico número de outros atores com que um determinado ator colabora.

O grau ponderado é igual à soma dos pesos das suas arestas incidentes. Neste trabalho o grau ponderado indica quantas vezes um determinado ator colaborou na rede.

O grau (ponderado) médio é média aritmética do grau (ponderado) dos nós da rede, isto é, igual à soma do grau (ponderado) de todos os nós da rede a dividir pelo número de nós

Figura 2.2 – Exemplo de grau

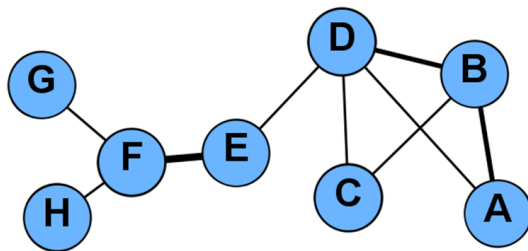


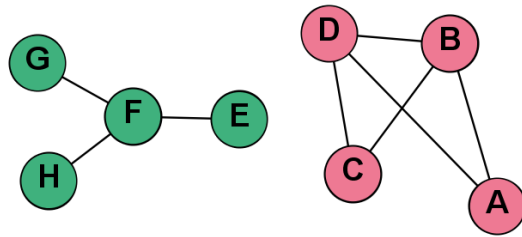
Tabela 2.1 – Exemplo de Grau

	<i>Grau</i>	<i>Grau Ponderado</i>
<i>A</i>	2	3
<i>B</i>	3	5
<i>C</i>	2	2
<i>D</i>	4	5
<i>E</i>	2	4
<i>F</i>	3	5
<i>G</i>	1	1
<i>H</i>	1	1
<i>Médio</i>	2,25	3,25

Conectividade

Um componente é uma partição de uma rede em que cada par de nós tem um caminho entre si. O componente com mais nós é usualmente denominado primeiro componente.

Figura 2.3 – Exemplo de conectividade



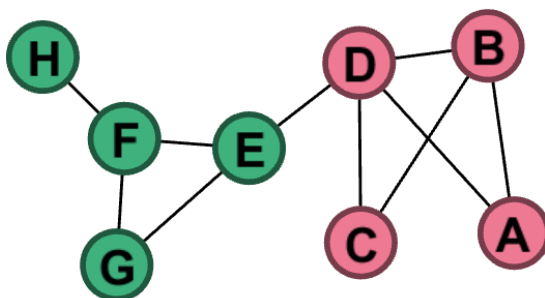
Exemplo: Não existem caminhos entre [A, B, C, D] e [E, F, G, H] logo estes constituem dois componentes distintos.

Comunidades e modularidade

Os métodos de deteção de comunidades são usados para encontrar partições em redes que sejam compostas por grupos de nós densamente conectados (comunidades) em que os nós de comunidades diferentes estão esparsamente conectados entre si.

A modularidade é um valor entre -1 e 1 usualmente usada como medidas a qualidade deste tipo de partições. Valores mais elevados de modularidade indicam uma melhor partição. Método de deteção de comunidades de Lovain (Blondel) usado neste trabalho procura uma partição que maximize a modularidade para uma determinada rede.

Figura 2.4 – Exemplo de modularidade



Exemplo: O método identifica os conjuntos de nós [A, B, C, D] e [E, F, G, H] como pertencentes a comunidades diferentes.

Entrevistas

Este trabalho pretende também ter uma componente intensiva/qualitativa que não só complemente a trabalho de análise de redes, mas permita explorar outras dimensões da atividade dos investigadores. Neste sentido foram entrevistados investigadores a trabalhar na área das energias renováveis tendo por base um guião de perguntas que incidem sobre várias dimensões da atividade científica (ver guião em anexo). Em primeiro lugar, sobre as atividades de colaboração, mais estritamente académicas de colaboração entre pares a nível nacional e internacional. Em segundo, sobre as práticas de ligação da ciência à sociedade, tanto na dimensão de colaboração com a indústria como de divulgação de ciência para públicos não especializados. Por último, sobre perceções acerca das energias renováveis e do papel da universidade na sociedade.

As entrevistas foram selecionadas em duas fases. Um grupo de cinco entrevistas foi selecionado com base numa identificação de grupos de investigação em energias renováveis nas unidades de I&D de algumas universidades portuguesas.

Um segundo grupo de sete entrevistados foi selecionado a partir da rede de coautoria. Para esta fase foram escolhidos investigadores dos principais grupos de coautores identificados na rede e que não estavam representados no primeiro grupo de entrevistas. A seleção procurou não só ter em conta a diversidade de tecnologias associadas às energias renováveis - eólica, solar, ondas e biomassa - mas também a área de sistemas de energia, uma área de investigação dedicada questões de gestão dos sistemas energético como a integração das energias renováveis nas redes elétricas. As entrevistas foram transcritas e posteriormente codificadas com recurso ao software de análise qualitativa MAXQDA.

Tabela 2.1 Características dos entrevistados

Género		Instituição de pertença		Área Científica		Posição na Carreira	
Masculino	11	LNEG	2	Eng. Eletrotecnica	5	Catedrático	2
Feminino	1	Universidade de Aveiro	2	Eng. Mecânica	3	Associado	3
		Universidade de Lisboa	3	Física	3	Auxiliar	6
		Universidade do Porto	2	Eng. Gestão Industrial	1	Posdoc	1
		Universidade de Évora	1				
		Universidade Nova de Lisboa	2				

Estudo de caso

O trabalho de campo sobre a central solar da Amareleja e da empresa municipal Lógica integrou-se no projeto RENERGY Consensos e Controvérsias sobre Energias Renováveis e decorreu entre junho de 2013 e julho de 2014 e incluiu recolha documental (atas do executivo e da Assembleia Municipal, documentos do processo de licenciamento, imprensa local, protocolos de colaboração), entrevistas semiestruturadas, observação etnográfica e registo fotográfico. No total, foram realizadas 33 entrevistas: a autarcas e outros representantes do poder local (n=5), representantes de associações locais, elementos das empresas promotoras (n=3), o diretor de projetos da Lógica E.M., o diretor do jornal/rádio local e moradores (n=21).³ Todas as entrevistas foram integralmente transcritas e sujeitas a uma análise de conteúdo sistemática através do *software* MAXQDA. Foi ainda realizado um *workshop* em Moura em junho de 2014, mas, apesar

³ As entrevistas com os representantes do poder local não incluem membros do principal partido da oposição, que se mostraram indisponíveis para participar neste estudo.

do esforço de divulgação (convites diretos aos *stakeholders* entrevistados, notícias na imprensa e rádio local), teve uma participação da população local muito reduzida.

Em síntese, este trabalho procura tirar proveito de metodologias distintas de forma a enquadrar níveis diferentes de análise. Por um lado, a dimensão extensiva/quantitativa através da recolha de dados bibliométricos e análise de redes, possibilitadas pela automatização de alguns dos processos de recolha e processamento dos dados. Por outro, a dimensão qualitativa/intensiva através de entrevistas a investigadores em energias renováveis. A primeira procura traçar os aspetos estruturais do desenvolvimento desta área de investigação em Portugal entre 2001 e 2015. Por seu turno, a segunda procura fazer o enquadramento das práticas e perceções do trabalho científico e da sua evolução recente em Portugal.

III

Política energética e política científica

Introdução

Os efeitos da transição energética são bem visíveis nos parques eólicos e solares que fazem agora parte da paisagem portuguesa. Os resultados positivos devem muito a um aumento do apoio político e social às energias renováveis ao longo das últimas duas décadas. No entanto, a transição energética não deixa de ter uma componente de inovação tecnológica, e neste sentido é importante considerar a evolução das políticas de energia no que toca à promoção do desenvolvimento de novas soluções para a produção de energia.

A literatura sobre a transição energética tem analisado sobretudo os instrumentos políticos de promoção da implementação da tecnologia e os seus efeitos na transformação dos sistemas de energia. Contudo, a produção sobre o enquadramento da investigação e da política científica na transição energética é bastante limitada, apesar do destaque que as rubricas de energia adquiriram nos mecanismos europeus de financiamento de ciência. Alguma da literatura existente aborda a questão da investigação, mas fá-lo sobretudo a partir do ponto de vista do sistema energético e com ênfase na política de regulamentação energética (Aklin e Urpelainen 2013; Geels 2002) ou dos processos de emergência de novas tecnologias, com ênfase na indústria (Edqvist 2003; Fouquet 2010).

Apesar do incentivo para a investigação em energias renováveis ser um objetivo definido a nível comunitário e influenciado em grande medida pelos programas de financiamento europeu, as estratégias adotadas a nível nacional podem apresentar divergências, que se refletem em diferenças no financiamento atribuído à investigação em energias renováveis e à forma como esse financiamento é distribuído entre as diferentes tecnologias (Ragwitz e Miola 2005).

A política energética europeia e nacional incluiu uma política de investigação sectorial na área da energia? E que efeito teve esta política na dinamização da investigação nacional na área?

Este capítulo procura identificar os incentivos políticos à investigação em energias renováveis no contexto português e os seus impactos mapeando o crescimento desta área de investigação em Portugal. Numa primeira parte, é explorada a integração da investigação na política energética a nível europeu e nacional, seguida de uma descrição do panorama atual desta área de investigação em Portugal e das representações dos investigadores sobre o seu desenvolvimento.

Investigação e desenvolvimento na política energética

A criação de uma política de energia Europeia virada para as energias renováveis começa com apresentação do Livro Verde para as Energias renováveis (Comissão Europeia 1996) em 1996 reconhece a necessidade ambiental e económica de uma adoção de fontes de energia renovável e a assimetria da sua adoção por estados membros. É estabelecida uma meta ambiciosa de 21% de eletricidade renovável até 2010. Mas o texto não se limita a explorar os impactos em termos da substituição de combustíveis fósseis, e procura enquadrar a transição para novas fontes de energia numa perspectiva mais alargada, indicando também como objetivo o aumento da percentagem da indústria das energias renováveis no PIB europeu. O Livro Verde identifica o custo como a principal entrave à adoção das novas tecnologias de energia e salienta a importância de intensificar os esforços de I&D na área:

Devido ao carácter inovador da maior parte das tecnologias de energias renováveis, com exceção da energia hidroelétrica em grande escala, verifica-se a necessidade de um esforço orientado para uma melhoria da eficácia em termos de custos, para além de uma melhoria no desempenho técnico e na fiabilidade das energias renováveis através da investigação, desenvolvimento e demonstração. (Comissão Europeia 1996, p. 39)

Neste sentido, é assumido um compromisso de dedicar 45% do orçamento de 1030 milhões de ecu do programa JOULE-THERMIE - que condensa o investimento em

I&D em energia não nuclear⁴ – às energias sustentáveis (Comissão Europeia 1996). O Livro Verde é seguido pelo Livro Branco das energias renováveis do ano seguinte, que solidifica uma estratégia de fomento das energias renováveis a desenvolver nos estados membros até 2017, mais uma vez reforçando o papel da Investigação e Desenvolvimento (I&D) no processo de transição:

É geralmente reconhecido que a investigação, desenvolvimento tecnológico e demonstração ainda oferecem grandes possibilidades em termos de melhoramento das tecnologias, de diminuição dos custos e de aquisição de experiência por parte dos utilizadores dos projetos de demonstração, desde que o desenvolvimento tecnológico seja guiado por medidas políticas apropriadas para a sua introdução e subsequente aplicação no mercado interno e no mercado dos países terceiros (Comissão Europeia 1997, p. 20).

O compromisso de investimento é também reforçado com o anúncio que o 5º Programa Quadro terá o desenvolvimento das energias renováveis como uma das ações-chave da sua componente de desenvolvimento sustentável.

Em 2006, a Comissão publica o Livro Verde Para uma Energia Sustentável, Competitiva e Segura que reafirma o papel das energias renováveis como prioridade no conjunto da política de energia da UE. Mais uma vez, a capacidade de inovação em tecnologias energéticas é apontada como um dos pilares da transição energética, não só pela criação de melhores soluções tecnológicas, mas também pelas suas implicações em termos económicos - criação ou reforço de novos sectores e criação de emprego. Este lado da política é patente na definição da competitividade como um dos três objetivos das políticas de energia:

Competitividade: i) assegurar que a abertura do mercado da energia traga benefícios aos consumidores e à economia em geral, incentivando ao mesmo tempo o investimento na produção de energia limpa e na eficiência energética, ii) atenuar o impacto do aumento dos preços internacionais da energia na economia comunitária e nos seus cidadãos e iii) manter a Europa na vanguarda das tecnologias energéticas. (Comissão Europeia 2006, p. 19)

⁴ O financiamento da investigação europeia em energia nuclear tende a estar abrangida pela EURATOM (Comunidade Europeia da Energia Atómica)

Ao longo deste período é publicado um conjunto de diretivas que visam fomentar a implantação de tecnologias maduras, nomeadamente a eólica, fotovoltaica e biomassa (DIR(77)2001⁵, SEC(1719)2006⁶, COM(271)2012⁷). Esta intervenção pública é considerada essencial, uma vez que as dinâmicas de mercado são insuficientes para alcançar as metas necessárias dentro dos prazos acordados.

É pouco provável que os mercados e as empresas do ramo energético por si sós consigam produzir as soluções tecnológicas necessárias num período de tempo suficientemente curto para se cumprirem os objetivos políticos da UE em matéria de energia e clima. A retração dos investimentos, os interesses velados, os elevados riscos e a necessidade de investimentos significativos em alternativas menos rentáveis significam que, sem um forte empurrão, a mudança será lenta. A aliança entre a política pública/o investimento público e o sector privado é a única via credível para realizar os nossos objetivos, definidos tendo em mente o interesse geral. (Comissão Europeia 2009, p. 3)

Mas esta intervenção estende-se também a um conjunto de iniciativas que visam reforçar a investigação em energia e coordenar os esforços de inovação com a política de energia no espaço europeu.

Em 2006 é apresentado o Plano Strategic Energy Technology (SET) (Comissão Europeia 2006a, 2007), que reconhece as tecnologias como “uma peça fundamental do puzzle da política energética” e critica o subinvestimento na investigação em energia, apontando a falta de inovação em tecnologias energéticas como um dos fatores no atraso dos países europeus em atingirem os compromissos de redução de emissões dos gases de efeito de estufa assumidos internacionalmente:

A inovação no domínio das tecnologias energéticas é um factor de desenvolvimento social. A máquina a vapor desencadeou a revolução industrial. O motor de combustão interna tornou possível o transporte de massa. Na aviação, as turbinas a gás reduziram as distâncias. Mas a explosão da procura provocada pelo êxito das tecnologias

⁵ Directiva 2001/77/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Setembro de 2001, relativa à promoção da electricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis no mercado interno da electricidade

⁶ Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu - Roteiro das Energias Renováveis - Energias Renováveis no Século XXI: construir um futuro mais sustentável

⁷ comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. Energias renováveis: um agente decisivo no mercado europeu da energia

energéticas tem um preço. A energia está na base do tecido social e económico da sociedade, tornando-o vulnerável às rupturas no aprovisionamento. (Comissão Europeia 2006a, p. 5)

O plano assume uma intenção clara de coordenar e focar os esforços de inovação, com a criação de um “Grupo Diretor para as Tecnologias Energéticas Estratégicas”, presidido pela Comissão, e enquadrando um conjunto de desafios tecnológicos específicos relacionados com o desenvolvimento das tecnologias de energia renovável a curto prazo: duplicar a capacidade das turbinas eólicas, alcançar maturidade comercial para exploração de energia solar em grande escala, e reforçar as capacidades de descentralização das redes elétricas. Acima de tudo o SET procura melhorar a coordenação entre o sector público e privado no domínio da inovação energética através da criação um conjunto de Iniciativa Industriais Europeias na área da energia e da Aliança Europeia para a Investigação Energética (EERA).

Paralelamente ao SET é criado um conjunto de Plataformas para a Tecnologia Energética nas principais áreas de inovação das energias renováveis - Eólica⁸, Fotovoltaica⁹, Biomassa¹⁰ e Redes distribuídas¹¹. As plataformas têm como objetivo coordenar os stakeholders envolvidos na inovação em energia - sector público, empresas, instituições de I&D e sociedade civil - para a produção de conhecimento sobre o sector e oferecer recomendações que informem a organização da investigação e inovação europeias na área da energia, na identificação de tecnologias promissoras e tendências da tecnologia e dos mercados de energia.

A comunicação da Comissão Europeia ‘Tecnologias e Inovação Energéticas’ (2013) reitera a necessidade de reforçar a política de inovação energética.

Para apoiar a competitividade industrial da Europa, a política da UE para a tecnologia e a inovação energéticas deve conduzir a uma redução rápida dos custos e à aceleração da introdução de novas tecnologias sustentáveis no mercado. Esta questão assume especial importância numa conjuntura económica negativa que tem consequências diretas no investimento privado e nos orçamentos nacionais. (Comissão Europeia 2013)

⁸ <http://www.windplatform.eu/home/>

⁹ <http://www.etip-pv.eu/about-us.html>

¹⁰ <http://www.etipbioenergy.eu/>

¹¹ <http://www.etip-snet.eu/about/etip-snet/>

A recomendação da comissão vai no sentido de continuar a melhorar a coordenação do Plano SET com os Programas-Quadro de Investigação e os fundos dos Estados-Membros para um melhor uso dos recursos disponíveis e uma implantação mais rápida de novas tecnologias de energia sustentável no mercado de energia.

O atual programa de enquadramento da investigação Europeia, Horizonte 2020 (H2020) - apoiado no Programa Europa 2020 -, adota a “Energia segura, limpa e eficiente” como um dos seis desafios societais que orientam a sua implementação:

É importante desenvolver e trazer para o mercado soluções tecnológicas acessíveis e eficientes para descarbonizar o sistema energético de forma sustentável, assegurar o abastecimento de energia e completar o mercado interno de energia.¹²

Em 2015 é lançado um novo Plano SET (Comissão Europeia 2015), com o objetivo de coordenar a investigação no novo contexto do H2020 e reforçar algumas das fragilidades identificadas na sua implementação desde 2007, em particular no comprometimento dos estados membros e na capacidade de atrair o investimento industrial.

O governo português tem, em grande medida, seguido a linha de orientação comunitária no que toca à implementação da tecnologia, com resultados muito visíveis, mas com menos destaque atribuído ao papel da investigação no sector energético.

O programa Eficiência Energética e Energias Endógenas (E4) (Conselho de Ministros 2001), publicado pelo governo português em 2001 é primeiro documento no enquadramento recente das energias renováveis em Portugal, é relativamente omissivo no que toca ao papel da investigação no processo de transição energética. O documento reflete sobretudo uma intenção de implementar produção com base em fontes renováveis a curto prazo e, com esse objetivo, traça metas de potência instalada que vão impulsionar a rápida implantação de parques eólicos ao longo da década.

A Estratégia Nacional para a Energia de 2005 (Conselho de Ministros 2005) revela a intenção de integração da I&D na política energética por parte do governo, sobretudo ao nível da articulação da investigação. Destaca a necessidade da «criação de instrumentos que permitam aos centros de I&D nacionais uma participação mais intensa e mais oportuna no esforço de maximização de penetração das energias renováveis, de

¹² <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/secure-clean-and-efficient-energy>

promoção da eficiência energética e do tratamento de emissões, incluindo a captura e deposição de CO₂», e atribui ao Ministério da Economia e Inovação a responsabilidade de criar um organismo para exercer estas funções. Lança também as bases do concurso de atribuição de licenças de ligação à rede.

Em 2006 é lançado o programa MIT-Portugal, que oferece cinco programas doutorais conjuntos, envolvendo o Massachusetts Institute of Technology e as instituições de ensino superior portuguesas, um dos quais em “Sistemas sustentáveis de energia” com a participação das Universidades de Lisboa, Técnica de Lisboa, Coimbra e Porto (Patrício e Conceição 2015).

Em 2008, é criado o Fundo de Apoio à Inovação de 76 milhões de euros, financiado enquanto uma das contrapartidas dos leilões das licenças de ligação dos parques eólicos, que fica sob a gestão da Agência Nacional para a Energia e que tem por objetivo financiar atividades de investigação, inovação, formação avançada e divulgação que se enquadrem no desenvolvimento científico e tecnológico das energias renováveis e eficiência energética.

A revisão da ENE de 2010 (ENE 2020) (Conselho de Ministros 2010) vem consolidar o papel da investigação e desenvolvimento em energia no discurso do governo. A ENE 2010 define objetivos ambiciosos a nível tecnológico: «manter Portugal na fronteira tecnológica das energias renováveis» e «como um país líder nas energias renováveis no contexto internacional pelo apoio à investigação e desenvolvimento de tecnologias», com base numa estratégia de mix energético em que tecnologias mais maduras, como a energia solar, são assinaladas para implementação a curto prazo e um conjunto de outras, de potencial estratégico, são suportadas no seu período de desenvolvimento e experimentação. Neste sentido, propõe o reforço das parcerias internacionais de investigação com a continuação do programa MIT Portugal e a criação de um Centro Ibérico para as Energias Renováveis e Eficiência Energética. Propõe também medidas específicas para algumas tecnologias como a criação do Centro de Biomassa para a Energia, o incentivo de projetos piloto em geotermia e a concessão de uma zona-piloto para projetos de energia das ondas. A ENE 2020 reafirma ainda a intenção de criar uma instituição de coordenação da investigação e inovação na área prevista na ENE de 2005, através da criação de um Pólo de Competitividade da Energia (reunindo universidades, empresas e centros de inovação).

A crise económica e a mudança de governo em 2011 trazem consigo uma viragem na política de energia com impacto na investigação e que levou a que algumas das

medidas anunciadas pelo anterior governo ficassem por cumprir. O novo governo deu continuidade a alguns dos programas como o MIT Portugal e o Pólo de Competitividade da Energia, que se mantém em atividade desde 2010¹³. Por seu turno, o Centro Ibérico para as Renováveis e Eficiência Energética chegou a ser criado formalmente sobre a presidência de António Sá da Costa, também presidente da Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN)¹⁴, mas não chegou a desenvolver atividade. Os planos do governo para energias renováveis estão expressos na ENE de 2013 (Conselho de Ministros 2013) que deixa cair as ambições de liderança da inovação nas energias renováveis e apresenta uma política de contenção das despesas em energia. A aposta estratégica passa para as tecnologias competitivas a nível económico, deixando o financiamento das tecnologias em desenvolvimento e experimentação para os instrumentos de financiamento de I&D.

Política científica em Portugal

Os últimos 15 anos têm também sido de mudanças significativas no sistema científico e tecnológico nacional (SCTN) (Patrício e Pereira 2015; Heitor e Bravo 2010; Horta 2010). Em primeiro lugar ao nível da sua dimensão, verificando-se um crescimento muito significativo dos principais indicadores. A dotação orçamental publica para I&D cresceu de 0,6% 2001 para 1% do PIB em 2015 e a despesa total, de 0,8% em 2001 para 1,3 em 2014, passando por um máximo de 1,6% em 2009.

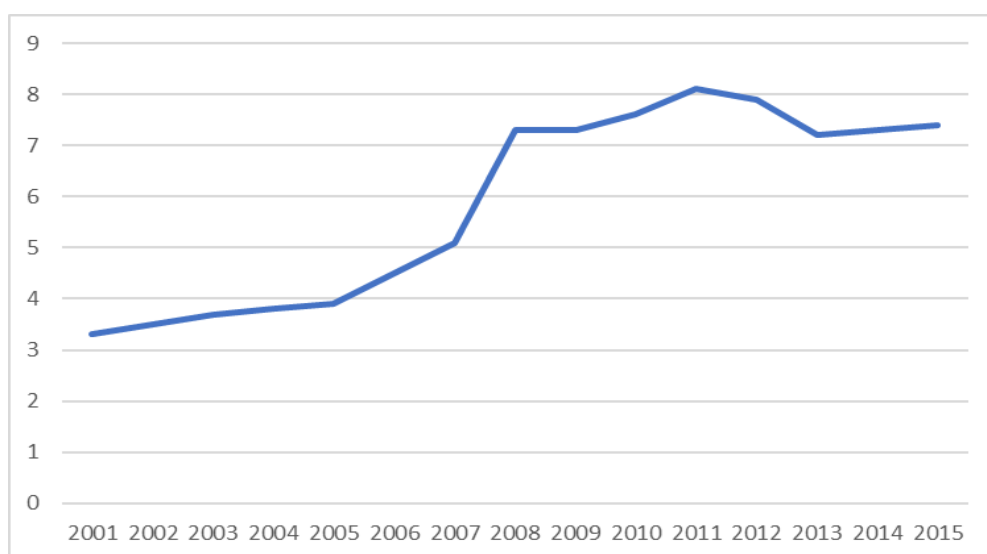
O pessoal afeto a atividades de investigação científica que já vinha em tendência de crescimento teve um reforço com o programa Compromisso com a Ciência de 2005, que levou a um aumento do número de bolsas de doutoramento e pós-doutoramento financiadas a partir de 2007. A estas adicionam-se o efeito dos contratos disponibilizados às unidades de I&D para a contratação de um total 1000 investigadores doutorados (com pelo menos 3 anos após o doutoramento), que motivaram o retorno de alguns investigadores portugueses que tinham iniciado carreiras no estrangeiro e atraíram alguns investigadores estrangeiros para as instituições nacionais. O número de investigadores por mil ativos cresceu de 3,3 ETI em 2001 para 7,4 ETI em 2015¹⁵.

¹³ <http://www.energyin.com.pt/>

¹⁴ <https://www.publico.pt/2009/01/22/ciencia/noticia/centro-iberico-de-energias-renovaveis-sera-dirigido-por-antonio-sa-da-costa-1357129>

¹⁵ Fonte: DGEEC - Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional

Figura 3.1 Número de investigadores por mil ativos em Portugal (ETI)



Fonte: DGEEC - Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional.

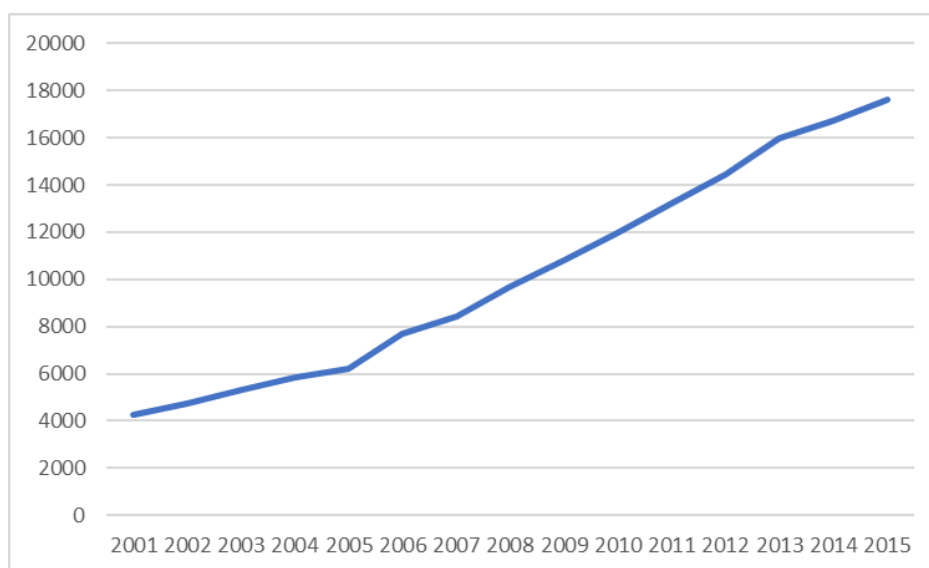
Este período também foi de alteração na distribuição de financiamento com a introdução de esquemas de financiamento competitivo. Em primeiro lugar na contratação de recursos humanos, com um número crescente dos investigadores do STCN financiados através de bolsas ou contratos de trabalho a termo certo, que têm de ser renovados regularmente em concursos competitivos, que requerem não só um currículo em termos de produção científica, mas também a apresentação de um projeto de investigação para o período do contrato.

Foi expandido do esquema de financiamento competitivo de projetos de I&D com um aumento do financiamento disponível, que aumentou 3,5 vezes entre 2001 (955M€) e 2014 (3.699M€).¹⁶

Há também a introdução de um programa de financiamento plurianual das unidades de I&D associado a um esquema de avaliação regular por parte da FCT iniciado em 1996. Em 1999 foram criados os primeiros Laboratórios associados, instituições que se candidatam fundos adicionais com base num programa de investigação. Na avaliação das Unidade de I&D de 2013, este financiamento programático é aberto a todas as instituições, e cerca de metade (as classificadas com Muito Bom, Excelente ou Excecional) recebem algum tipo de financiamento deste tipo.

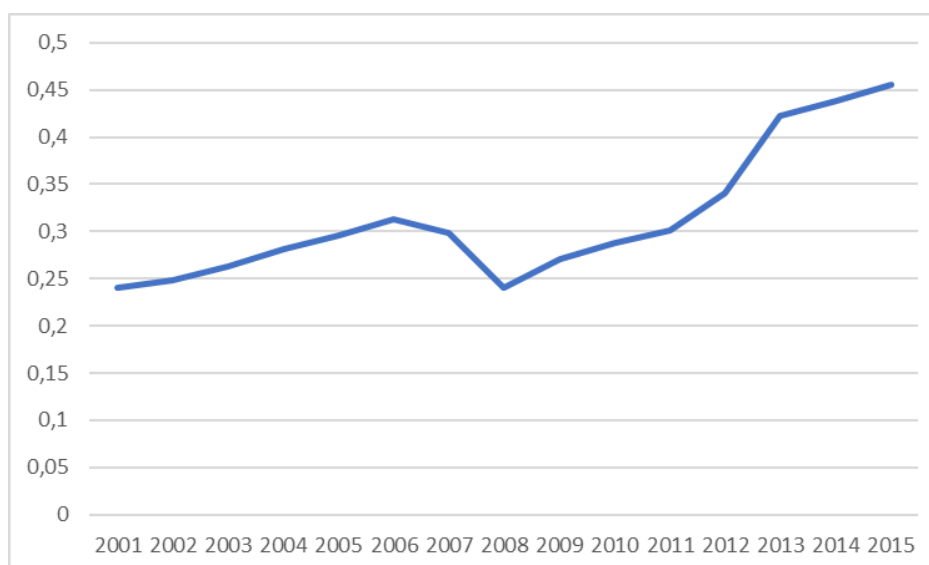
¹⁶ DGEEC - Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional.

Figura 3.2 – Número de artigos publicados por investigadores portugueses em revistas indexadas na Scopus (2001-2015)



Fonte: Scopus

Figura 3.3 – Número de artigos publicados em revistas indexadas na Scopus por investigador ETI (2001-2015)



Fontes: Scopus

O aumento dos recursos disponíveis e as alterações no financiamento contribuiu para um aumento significativo da produção científica nacional. O número de artigos publicados por ano por investigadores portugueses em publicações referenciadas na Thompson-Reuter Web of Science cresceu de 4259 artigos referenciados na Web of Science para 17607. Este aumento reflete não apenas um aumento do número de

investigadores, mas também um aumento de produtividade por parte dos investigadores radicados em Portugal, que aumenta de 0,25 artigos por investigador ETI para 0,45 por investigador ETI.

O apoio a nível do governo traduziu-se em algumas melhorias no enquadramento da investigação em energia na distribuição de financiamento ao nível da Fundação para a Ciência e Tecnologia, que contribuíram para o desenvolvimento de projetos em energias renováveis. Em 2004 foi adicionada uma rubrica de energia ao concurso de financiamento de projetos de investigação em todos os domínios científicos, permitindo desenvolver 29 projetos de energias renováveis entre um total de 92 projetos financiados até 2015. Além destes, foram desenvolvidos outros 63 projetos noutras rubricas dos concursos, especialmente nas subespecialidades dedicadas à energia que foram sendo criadas no interior de outras áreas de investigação com a necessidade de partição de grandes áreas científicas decorrente do crescimento do Sistema Científico e Tecnológico Nacional.

Em 2004, com a partição das rubricas de Engenharia Mecânica e Eletrotécnicas foram criadas respetivamente as rubricas de «Mecânica de Fluidos e Energia» e «Energia Elétrica». Em 2009, foi também criada a rubrica de «Vidro, Cerâmicas e Materiais para Energia» dentro da área de ciências dos materiais. Em 2013, foi apenas aberto um concurso de projetos exploratórios, com um total de financiamento reduzido face aos anos anteriores. É de notar que neste concurso foi extinta a rubrica de energia e criada uma nova rubrica de «Tecnologias Marinhas e Energia» na área de Ciências do Mar e outra de «Energia e Ambiente» na área de engenharia mecânica, mas apenas foram financiados três projetos sobre energias renováveis em todo o concurso.

No âmbito do apoio ao sector privado, foram criados alguns incentivos através do Quadro de Referência Estratégico Nacional, que oferece às empresas a possibilidade de obter financiamento destinado a projetos de investigação e desenvolvimento ou a serviços de consultoria científica em concursos que incluam rubricas para as áreas de «diversificação e eficiência energética» e «sistemas energéticos e novas formas de energia». No âmbito dos incentivos de investigação em empresas, foram financiados cerca de 70 projetos em energias renováveis¹⁷.

¹⁷ QREN – COMPETE <http://www.pofc.qren.pt/areas-do-competite/incentivos-as-empresas/projectos-aprovados-qren>

Conclusão

A política de energia a nível europeu não se restringiu unicamente a fomentar a implementação de tecnologias existentes, mas inclui também um esforço de desenvolvimento tecnológico. A política assume a intenção de uma transição energética baseada numa liderança tecnológica no domínio de energia, assegurando a implantação de tecnologia desenvolvida em território europeu como estratégia para tornar a transição energética um importante sector económico. As políticas a nível nacional seguiram em grande medida as pisadas da Comissão Europeia a nível de discurso, mas mostrou-se definitivamente a nível da concretização, limitando-se a criar novas rubricas de financiamento e uma organização de coordenação para o I&D em energia que não se chegou a concretizar.

Este foi também um período de acelerado crescimento do investimento em ciência em Portugal que teve como consequência um reforço dos recursos humanos e aumento substancial da produção científica nacional.

IV

Investigação em energias renováveis - Instituições

Introdução

O enquadramento positivo, tanto para as energias renováveis como para a investigação científica, facilitou o desenvolvimento da investigação em energias renováveis em Portugal ao longo das últimas duas décadas. Do aerogerador experimental do LNETI em 1986 aos estudos sobre o potencial eólico do país do INEGI, das simulações da penetração da energia eólica nas redes de transporte e distribuição feitas pelo Instituto Superior Técnico nos anos 1990 aos trabalhos sobre energia fotovoltaica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, a comunidade científica portuguesa deu um importante contributo ao arranque do sector das energias renováveis.

Investigação e ensino

Existem atualmente equipas a trabalhar em investigação nesta área nas principais universidades do país. A Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa tem uma das únicas instituições de I&D cuja vocação principal são as energias renováveis, com incidência nas novas tecnologias para células solares. A Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto integra também um centro de investigação dedicado à energia eólica (Centro de Estudos de Energia Eólica e Escoamento Atmosférico).

Outras instituições integram grupos de investigação dedicados a esta área. No Instituto Superior Técnico estão ativos o Instituto de Engenharia Mecânica, que tem trabalho desenvolvido na área da energia das ondas, o Centro para a Inovação em Engenharia Eletrotécnica e Energia, com um grupo dedicado às energias alternativas, e o Centro de Recursos Naturais e Ambiente que desenvolve trabalho na área dos combustíveis renováveis. O Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia tem um grupo dedicado à investigação em biocombustíveis. O

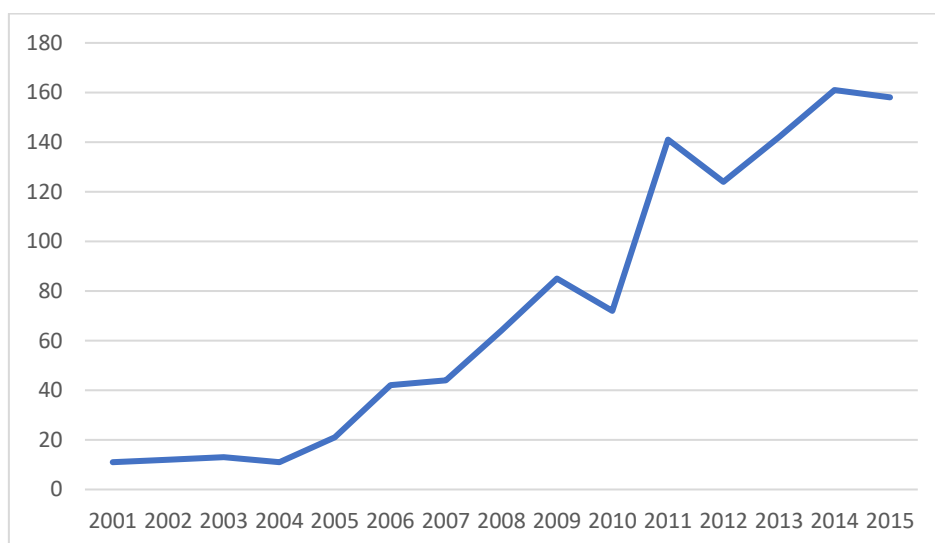
Instituto Superior Técnico participa também no WaVEC, uma instituição dedicada à energia offshore, em colaboração com a Universidade dos Açores e o Laboratório Nacional de Energia e Geologia. O Centro de Investigação em Cerâmica e Materiais Compósitos da Universidade do Minho tem uma equipa a trabalhar em materiais fotovoltaicos. O Centro de Tecnologias Mecânicas e Ambientais da Universidade de Aveiro desenvolve investigação em sistemas de microgeração. A Universidade de Évora conta também com uma pequena equipa a trabalhar em energia solar no âmbito da Cátedra de Energias Renováveis, inicialmente financiada pelo Banco Espírito Santo, e que se mantém em atividade, apesar de ter perdido a ligação ao BES com o resgate do banco em 2014.

Ainda no contexto do sector público, é importante referir a atividade do LNEG, instituição criada em 2006, a partir do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, do qual herdou competências de investigação, transferência de tecnologia e consultoria na área da energia. A Unidade de Análise Energética e Redes do LNEG, responsável pela caracterização do potencial eólico do território nacional, foi particularmente importante no desenvolvimento do sector. Além desta, o LNEG inclui ainda duas outras unidades de investigação dedicadas às energias renováveis, designadamente a Unidade de Energia Solar e a Unidade de Bioenergia. O LNEG possui também dois laboratórios de certificação, um dedicado aos sistemas solares térmicos e outro aos biocombustíveis, que prestam serviços de apoio às empresas do sector. A constituição de programas de formação avançada na área avançou também em Portugal ao longo dos últimos anos. O já referido programa MIT Portugal em Sistemas Sustentáveis de Energia, organizado em colaboração com as universidades de Lisboa, Porto e Coimbra, inclui um programa doutoral comum que dispõe de financiamento para participantes através de bolsas de doutoramento suportadas pela FCT. Entre 2007 e 2012, este programa acolheu 79 doutorandos. A Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa oferece, desde 2009, o programa doutoral em Energia e Bioenergia. A Universidade de Aveiro disponibiliza, desde 2011, o programa doutoral em Sistemas Energéticos e Alterações Climáticas. A Universidade de Évora tem ainda o doutoramento em Engenharia Mecatrónica e Energia associado à Cátedra de Energias Renováveis.

Publicações e financiamento da investigação

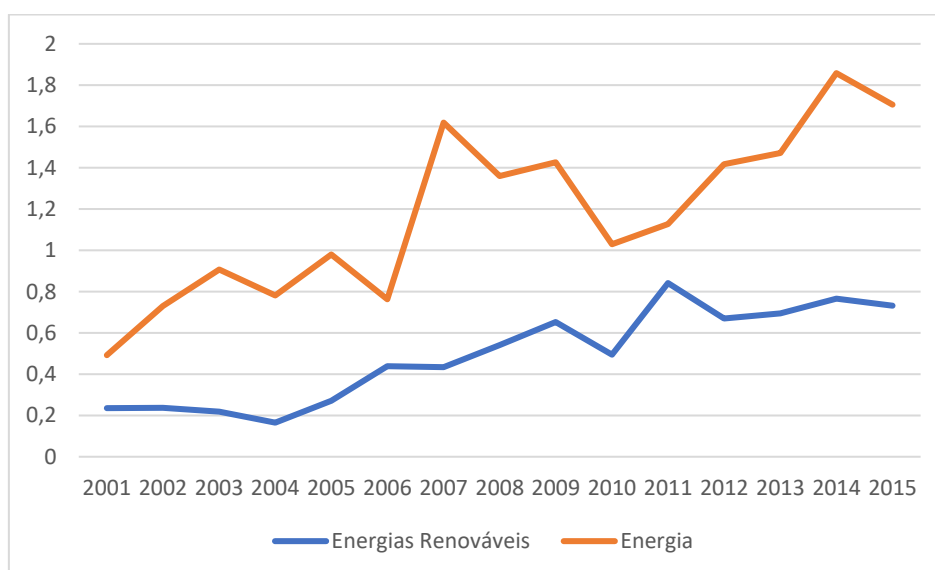
Esta consolidação institucional vai ter um impacto significativo em criar uma comunidade de investigadores a trabalhar em energias renováveis. A partir dos dados recolhidos das bases de publicações é possível aferir o crescimento desta comunidade.

Figura 4.1 Número de artigos em energias renováveis por investigadores portugueses indexados na Scopus (2001-2015)



Fonte: Scopus

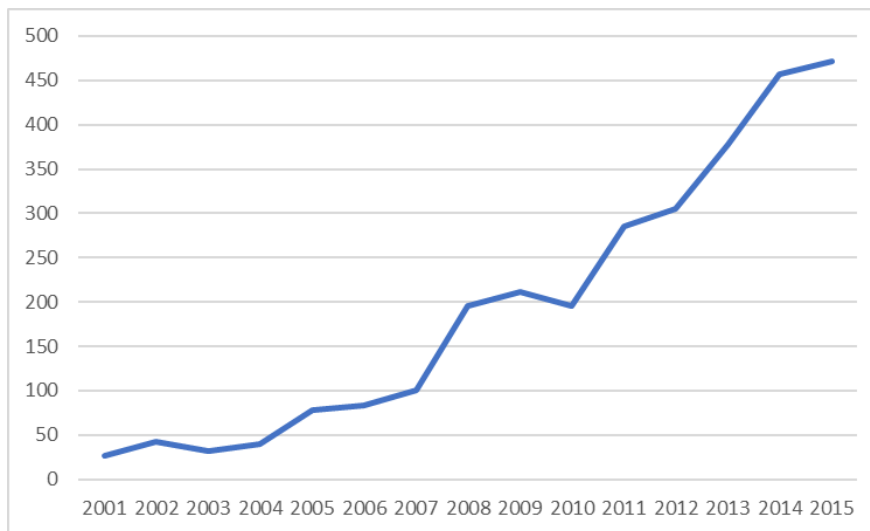
Figura 4.2 Número de artigos em energias renováveis e em energia em proporção do total de artigos por investigadores portugueses indexados na Scopus (2001-2015)



Fonte: Scopus

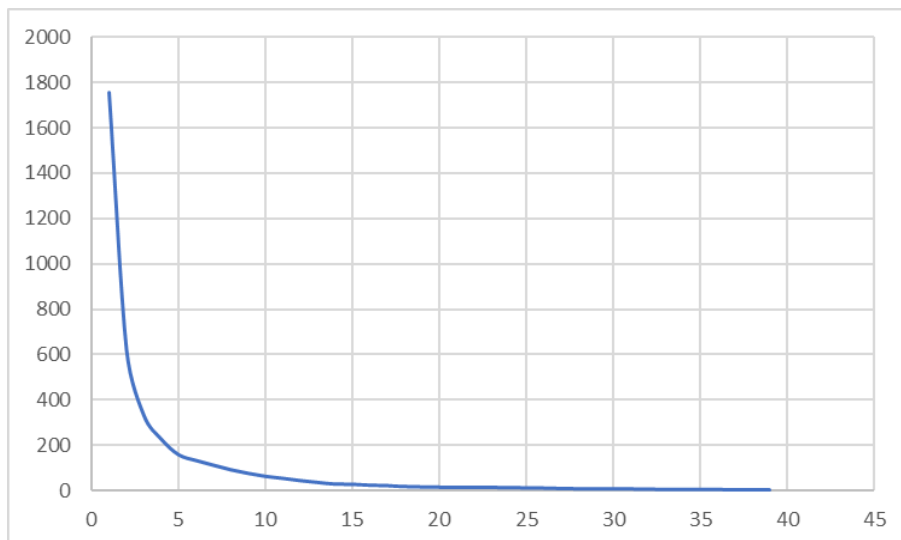
A evolução da publicação neste período é indicativa de um crescimento muito significativo desta área científica em Portugal. A produção passa de quase inexistente (12 publicações em 2001) para 158 publicações em 2015 (Figura 4.1). Este aumento é em parte produto de um crescimento transversal da atividade científica em Portugal, impulsionado pela introdução de uma política de fomento do Sistema Científico e Tecnológico Nacional, que resultou na sua rápida expansão, sobretudo a partir de 2007, com o duplicar do número de bolsas de doutoramento e pós-doutoramento atribuídas e a contratação de 1100 novos investigadores doutorados através do programa Ciência 2007 e 2008. Mas este crescimento é também produto de um dinamismo na investigação em energias renováveis e em energia em geral. A publicação nesta área cresceu bastante mais do que o total das publicações de autoria de investigadores, passando de 0,23% para 0,7%, que representa um crescimento médio anual de cerca de 21% entre 2001 e 2015, o dobro do total de publicações, que crescem em média cerca de 11% durante o mesmo período (Figura 4.2). Este período é correspondente à introdução de medidas de fomento a investigação de energias renováveis em Portugal e na Europa. Em particular a definição da energia sustentável como área prioritária no 6º Programa Quadro da Comissão Europeia em 2002, que se vai manter e acentuar nos programas seguintes. Em Portugal é criada a área de financiamento em Sistemas de Energia em 2004 e o programa em Sistemas de Energia Sustentável no âmbito do programa MIT Portugal em 2006. É também um período de atividade política, económica e mediática em torno das energias renováveis (Delicado et al. 2015), marcada pelo Programa E4 e pela implantação de 4800 MW de parques eólicos em Portugal e de 150MW de energia solar fotovoltaica.

Figura 4.3 Número de investigadores portugueses com publicações em energias renováveis indexadas na scopus (2001-2015)



Fonte: Scopus

Figura 4.4 Distribuição do número de artigos publicados em energias renováveis indexadas na scopus por investigador (2001-2015)

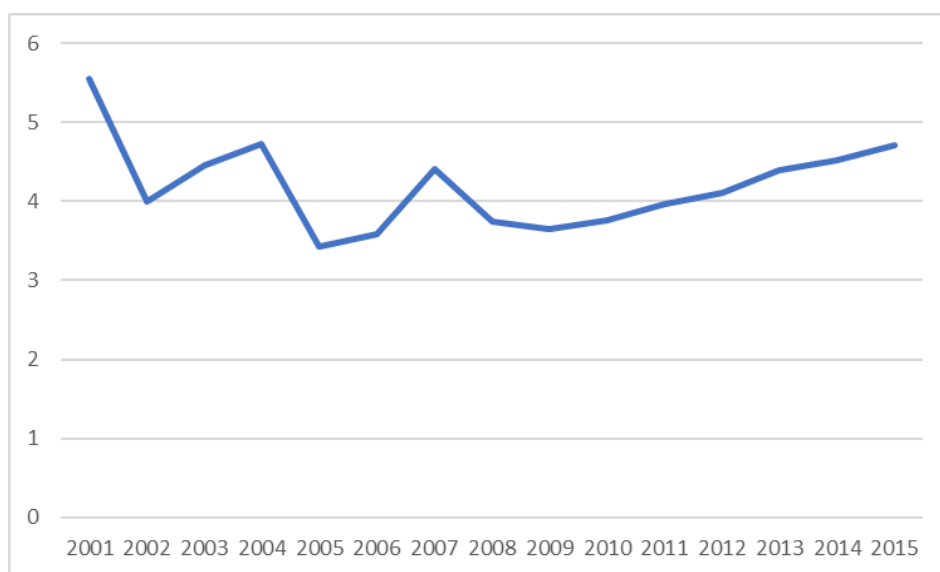


Fonte: Scopus

O número de investigadores portugueses que publicaram artigos em revistas da secção de energia (Figura 4.3), tanto em outlets gerais (Energy, Applied Energy, Energy & Fuels) como naqueles focados especificamente nas energias renováveis (Renewable Energy, Solar Energy, Wind Energy, Solar Energy Materials) aumentou significativamente. O reduzido número de menos de 50 autores começa a aumentar significativamente a partir de 2005 e mantêm-se em crescimento até ao fim do período

em estudo, alcançando os 471 autores em 2015. A Figura 4.4 dá-nos algumas indicações sobre esta dinâmica de crescimento. A maioria dos autores publicaram poucos artigos ao longo deste período de 15 anos, dos 1700 autores cerca de 600 publicaram mais do que 1 artigo, 158 publicaram pelo menos 5 e 63 publicaram pelo menos 10. Este tipo de distribuição é frequente entre os autores de publicações científicas, uma vez que muitos têm uma participação esporádica ou temporária numa determinada área científica ou na atividade científica nacional como estudantes, ou bolsheiros que abandonam a atividade científica ou investigadores que mudam de país ou de tópico de investigação (Milosevic 2010). Contudo, ao longo do período forma-se uma comunidade de investigadores que publicam frequentemente artigos em energias renováveis que indicam a emergência uma dinâmica duradoura de investigação na área.

Figura 4.5 - Evolução do número de autores por artigo em energias renováveis referenciado na Scopus

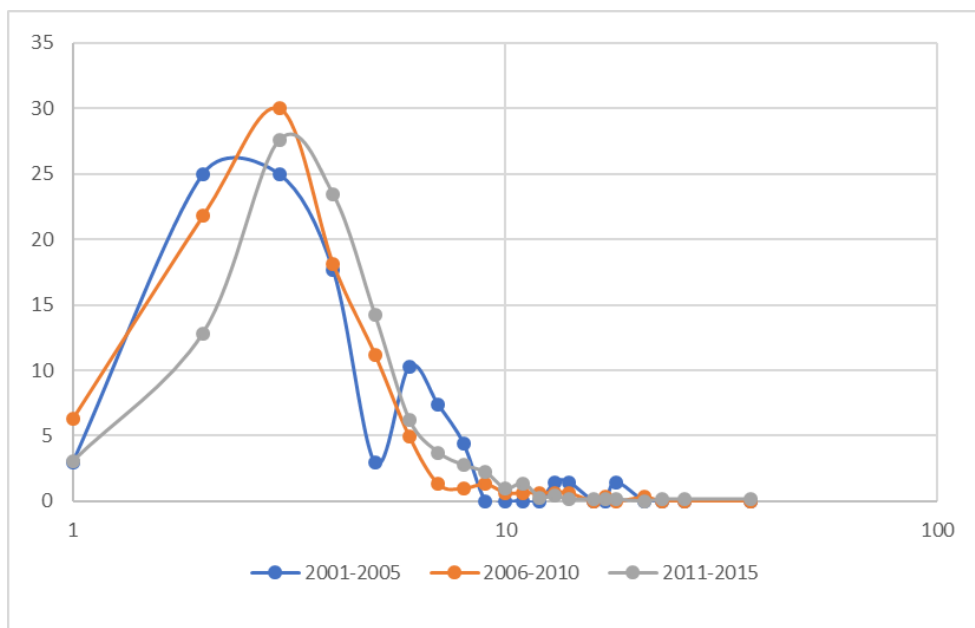


Fonte: Scopus

A figura 4.5 mostra um perfil irregular para o número de autores por artigo ao longo do período 2001-2015. Há uma tendência decrescente até 2007-2008, seguida por uma tendência crescente desse período até 2005. A fase de redução do número médio de autores por artigo, que contraria a tendências descritas na literatura que apontam para um aumento gradual do número de colaboradores por artigo, está provavelmente ligada à reduzida dimensão da comunidade. Por um lado, a reduzida dimensão aumenta o impacto de artigos com muitos autores - por exemplo um dos 11 artigos publicados em 2001 tem

16 coautores e um dos 13 artigos publicados em 2003 tem 13 autores - que contribui para maiores variações de ano para ano, por oposição ao período a partir de 2008, em que o numero de artigos começa a aumentar e a tendência de variação se assemelha mais a um crescimento suave, mas continuo. Por outro, a partir de 2008, assiste-se a um fluxo de novos investigadores no sistema científico nacional em geral e nesta área de investigação em particular que terá contribuído para um aumento de artigos por parte de pequenos grupos de autores.

Figura 4.6 - Distribuição do número de autores por artigo em energias renováveis referenciado na Scopus em períodos de 5 anos



Fonte: Scopus

A Figura 4.6 permite apreciar esta tendência. A distribuição do número de autores por artigo tem uma forma semelhante durante os 3 períodos, com um pico aproximadamente em 3 autores, mas as distribuições estão claramente enviesadas. Os artigos publicados por um único autor não são muito comuns em nenhum dos períodos e só em 2006-2010 tem uma proporção superior a 5% do total. No entanto há uma redução notória do número de artigos publicados por dois autores quando passamos para o período mais recente, que aponta para uma alteração nas dinâmicas de publicação que parecem estar a tender para cada vez mais envolver mais autores. Mais uma vez, o aumento do número médio de autores por artigo é frequentemente identificado na literatura, mas é

difícil identificar quanto desta dinâmica é produto de esta ser uma comunidade de investigação relativamente recente e em maturação ao longo do período em estudo.

Perceções sobre política e financiamento de ciência

Nas entrevistas os investigadores revelam uma opinião no geral positiva sobre o desenvolvimento da investigação e do sector das energias renováveis em geral em Portugal. A opinião geral é de que o atual contexto económico, social e político possibilitou o desenvolvimento de comunidades de investigadores robustas onde antes haviam pequenas equipas de investigação.

Em particular, muitos entrevistados destacam a importância do financiamento europeu no desenvolvimento tecnológico da área e na sustentação das equipas de investigação portuguesas. O financiamento oriundo da FCT é considerado em grande medida acessório, para estas equipas de investigação que dependem sobretudo do financiamento conseguido através da participação consórcios de investigação europeus:

É assim, o desenvolvimento tecnológico na área das renováveis e na eólica é de facto fruto dos inúmeros projetos de investigação e desenvolvimento nesta área. E os grandes projetos são quase todos eles financiados não pelo governo português, mas pela Comissão Europeia, cofinanciados, é mais correto dizer, pela União Europeia. (Entrevista 12)

E se até agora eu me queixava que não havia uma área específica para as renováveis na FCT, isso é cada vez menos relevante porque o dinheiro da FCT vai ser cada vez menos importante nas contas do grupo. Do ponto de vista de financiamento europeu, não há razão nenhuma para não estarmos otimistas, porque, é de facto, vamos chamar meritocracia mais tráfico de influências, quanto mais tempo uma pessoa anda no mercado mais nos conhecem, mais nos convidam, mais nos põem porque Portugal fica bem porque devem ser cinco países e dois devem ser periféricos e tal, e não tem problemas. (Entrevista 3)

O nosso grupo tem a curiosidade, é que tipicamente nós financiamos a nossa investigação não de projetos nacionais, temos também, este projeto, o sistema que estamos a desenvolver agora, estou a coordenar, é um projeto da FCT. Mas tipicamente, a grande maioria de financiamento que nós temos, somos um grupo pequenino, são de

projetos europeus. Eu diria, mais de 90% do financiamento que nós temos é de projetos europeus. (Entrevista 2)

A importância dos financiamentos europeus coloca dificuldades a algumas equipas devido à necessidade de manter parcerias com as grandes universidades europeias ou as grandes empresas do sector energético que, em grande medida, coordenam as candidaturas bem-sucedidas nos concursos de financiamento europeu:

Mas nós temos de ter a noção que os projetos europeus são extremamente competitivos. Os projetos da FCT não são tão competitivos. Os projetos europeus não são menos competitivos e a probabilidade de conseguir um projeto europeu é baixíssima. E é assim em todo o lado... Talvez não seja politicamente correto dizer isto mas há lobbys. A minha opinião é que para se conseguir um projeto europeu é preciso ter grandes universidades europeias de referência e empresas incluídas no projeto e nesta área... nesta área mais tecnológica... se nos não tivermos empresas... grandes nomes, aqueles grandes nomes que a gente houve falar. Podem ser desde construtoras de automóveis, por aí fora, que atuam em diferentes áreas. Sem elas nós não conseguimos ganhar um projeto europeu (Entrevista 9)

No entanto, algumas das medidas tomadas a nível nacional tiveram um impacto positivo na criação de condições para o desenvolvimento desta área de investigação. A inclusão do programa em sistemas sustentáveis de energia no MIT Portugal foi importante na consolidação da comunidade de investigação nesta área, ao contribuir para a transição de uma fase inicial de investigadores que migraram de outras áreas para a investigação em energias renováveis para uma outra fase em que começam a surgir investigadores com formação inicial na área:

A coisa está a crescer muito ultimamente mas na altura eramos para aí uns dez e os outros todos juntos eram uns 15, de facto havia muito pouca gente, [...] porque como é um tema novo, é muito parecido com a história que eu há bocadinho estava a contar, que vinha da física, comecei a fazer isto por causa dos alunos, outros começam a fazer isto porque ou fizeram, por exemplo há um caso de Coimbra que fez o doutoramento num tipo de células e então queria continuar a fazer esse trabalho, e arranjou guarida num departamento de química, onde tinham algum interesse. A outra coisa são, o grupo do Técnico, são duas pessoas que têm lá uma maquineta que sabe fazer umas coisas e perceberam que havia aqui um nicho de mercado e então começaram a fazer. Mas, não

são pessoas que trabalham em renováveis, são pessoas que aplicam aquilo que faziam às renováveis, é um bocadinho assim. Pessoas que nasceram mesmo a fazer renováveis, só o [...] MIT Portugal é que começou a pôr isto a funcionar. (Entrevista 3)

Outros destacam também a capacidade de colaboração com a indústria, sobretudo com as grandes empresas do sector, no lançamento das bases da atual investigação portuguesa em energias renováveis:

Nós definimos de forma até pioneira esse alvo como prioritário para o nosso desenvolvimento da pesquisa e no princípio dos anos 90. Quando isto obedeceu a um plano estratégico corretamente executado, não foi por acaso, não foram movimentos de oportunidade. Quando toda a investigação mundial se encontrava centrada nas redes de geração e redes de transmissão de energia na integração da geração distribuída. E com isso iniciamos a cooperação com a indústria, [...] incidindo em questões de integração das renováveis. (Entrevista 7)

Contudo, na perspectiva de alguns dos investigadores, o financiamento disponibilizado para investigação é reduzido, especialmente face à importância crescente das renováveis (sobretudo dos geradores eólicos) no sector energético nacional e aos recursos que continuam a ser atribuídos para a investigação noutras fontes de energia:

Portanto, dizer que sim, é evidente que há uma relação direta entre as duas coisas; dizer que a relação é proporcional, não, não acho que seja, gasta-se relativamente pouco dinheiro em projetos de investigação no sector da eólica, e sobre esse ponto de vista mesmo a fotovoltaica, gasta-se pouco dinheiro em renováveis face ao grande desenvolvimento tecnológico e à grande implementação no terreno que têm tido as renováveis. Se comparar com outras áreas, as convencionais onde se continua a gastar muitíssimo dinheiro, ou mesmo a tecnologia nuclear, as renováveis continuam a ser o parente pobre, têm menos dinheiro para investigação. (Entrevista 12)

O impacto das políticas de energias renováveis não se restringe ao financiamento de projetos, mas também no valor atribuído ao reconhecimento público enquanto área de investigação relevante a nível socioeconómico. Nesse sentido, a mensagem política positiva construída em torno das energias renováveis contribuiu para construir uma perceção social positiva que investigadores reconhecem como importante:

Nota-se dinamismo também. A palavra concentração é importante, nota-se que não esta concentrada em apenas um agente da sociedade. Todos os interesses da sociedade civil acabam por ter interesse nesta área e querer colaborar. Eu acho que isso e muito importante. (Entrevista 8)

Em particular, alguns reconhecem a própria importância atribuída pela sociedade às energias renováveis como um fator motivador para trabalhar na área:

O que o outro governo fez, que este não faz coisa nenhuma, não é, do ponto de vista do ânimo, foi a melhor coisa que podia ter acontecido. Que uma pessoa sentir que trabalha naquilo que é uma área estratégica nacional, de facto, é muito positivo. (Entrevista 3)

Eu primeiro que tudo decidi que queria mudar de área. Vinha de física e queria mudar de área. Queria mudar para uma coisa que estivesse mais ligada com a sociedade e com o dia-a-dia.. ou onde fosse mais fácil ver a ligação. [...] E atraiu-me bastante por varias razões. Uma delas e que o tema da energia, especialmente naquela altura, em 2007, estava muito em voga. Via-se muito o impacto da energia renovável, havia vários investimentos planeados e havia vários planos para melhorar a sustentabilidade de diferentes regiões. (Entrevista 8)

E de forma semelhante, reconhecem o impacto da imagem positiva na sociedade no aumento do interesse por parte de alunos e investigadores em início de carreira nos temas das energias renováveis:

Sim, não sei se foram e passando para uma linguagem de gestão, não sei se foram puxados ou empurrados. Porque o que se passa e que os próprios... a área da energia e uma área que tem sido vetor dos próprios Programa-Quadro e, portanto, neste contexto os investigadores são empurrados para demonstração do benefício para a sustentabilidade. (Entrevista 5)

Sim... sim, crescimento em alunos interessados em energias renováveis é enorme aqui. Noutros sítios também teve embora em menor quantidade esse crescimento, mas aqui foi a engenharia eletrotécnica. E nos outros países do mundo admiram-se como e

que temos tantos alunos de engenharia eletrotécnica. As renováveis deram um impulso.
(Entrevista 7)

Conclusão

Esta aposta europeia no desenvolvimento tecnológico, conjugada com o reforço do investimento português no desenvolvimento do sistema científico iniciado na segunda metade da década passada contribuíram para a consolidação de uma área de investigação científica que até há bem pouco tempo se encontrava dispersa, com pouca implantação visível a nível institucional e com baixos níveis de investimento em I&D, quando comparada com outros países europeus (Ragwitz e Miola 2005). O número de investigadores e a produção científica na área das energias renováveis em Portugal cresceu de forma bastante significativa a partir de 2004, devido a uma dinâmica que beneficiou tanto do aumento do volume de investimento em investigação em geral como de um apoio institucional à investigação em energias renováveis. O crescimento do volume de produção científica é particularmente revelador dessa dinâmica, uma vez que mesmo num momento de crescimento acelerado do sistema científico nacional, a investigação em energias renováveis conseguiu ganhar espaço no total da produção científica.

O incentivo europeu foi particularmente importante para este crescimento, devido à dimensão do investimento envolvido e devido a um certo desfasamento da iniciativa portuguesa na adoção de esquemas de financiamento interdisciplinar ou de instituições de coordenação para uma política de investigação sectorial na área da energia.

Os investigadores reconhecem o impacto das políticas no seu trabalho, sobretudo o impacto que o financiamento europeu tem no desenvolvimento de investigação na área, mas também o impacto no fomento de atitudes sociais positivas face às energias renováveis que contribuem para valorizar a investigação junto da sociedade e atrair novos alunos e investigadores para a área.

V

Investigação em energias renováveis – redes de colaboração científica

Introdução

A atividade científica é cada vez mais associada à capacidade de colaborar. A colaboração entre investigadores é ativamente promovida a nível político pelas organizações de gestão do sistema científico nacional, pela União Europeia e por organizações bilaterais de colaboração científica e cultural, através de políticas de financiamento de projetos, de incentivos à comunidade científica na organização de eventos e da promoção de organizações científicas.

A colaboração aumenta a qualidade e visibilidade do trabalho científico (Leydesdorff 2000) e permite aos investigadores trabalhar em problemas que requerem a partilha de conhecimento e técnicas ou acesso a equipamento especializado (J.Sylvan Katz e Martin 1997). A colaboração científica cresceu significativamente ao longo dos últimos 30 anos (Olmeda-Gómez et al. 2009; Cronin 2003, 2001; Luukkonen, Persson, e Sivertsen 1992; Persson, Glanzel, e Danell 2004; A. Schubert e Braun 1990). Em particular, a literatura tem prestado atenção ao crescimento da colaboração científica internacional (Wagner e Leydesdorff 2005; Leydesdorff e Wagner 2008; Katz 1994) e à forma como a colaboração reproduz e manifesta a hierarquização da ciência. Os países com sistemas científicos mais robustos como os EUA ocupam frequentemente a função de *hubs* entre os restantes, concentrado em si uma proporção significativa das colaborações internacionais. Mas a hierarquização destes sistemas é complexa e muitas vezes composta por uma hierarquia de relações entre países mais centrais e mais periféricos, como mostram alguns trabalhos que tem identificado este tipo de dinâmicas na Europa, em que países como a Alemanha, o Reino Unido e a França têm um papel importante enquanto *hubs* no contexto europeu (T. Schubert e Sooryamoorthy 2010).

As dinâmicas de centro-periferia a nível europeu derivam em grande parte dos incentivos dados no quadro da União Europeia à colaboração entre os seus países membros e tem bastante impacto sobretudo no sistema científico dos países mais pequenos. Este fenómeno é identificado em alguma literatura como continentalização ou europeização (Makkonen e Mitze 2016; Tijssen 2008), incorre no risco de dependência dos países mais periféricos da UE, como o do Sul, em particular Portugal e Grécia (Zitt, Bassecouard, e Okubo 2000), ou da Europa de Leste, que vêm os sistemas científicos pouco desenvolvidos crescer a um ritmo acelerado devido ao financiamento disponibilizado através dos programas quadro da Comissão Europeia (Horta e Veloso 2007; Acosta et al. 2012; Hoekman, Frenken, e Tijssen 2010), mas em que esse crescimento fica ancorado na colaboração com os seus congéneres do centro da Europa em detrimento das relações com outros países.

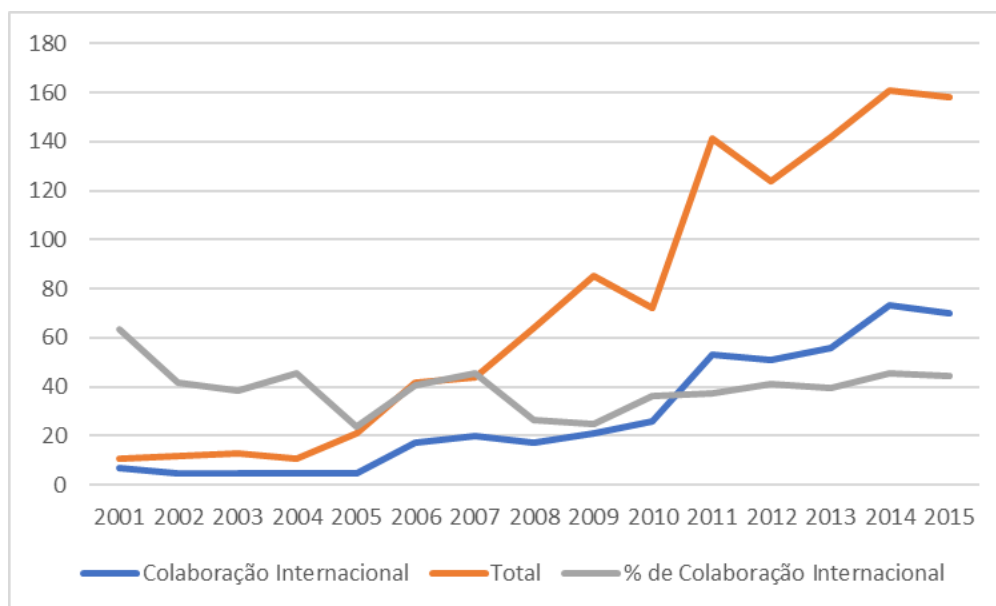
Esta dinâmica sobrepõe-se a uma tendência para os países periféricos manterem taxas elevadas de colaboração internacional (McKerlich, Ives, e McGreal 2013; Chimhundu, de Jager, e Douglas 2015). Em primeiro lugar, simplesmente porque um sistema científico pouco desenvolvido implica que a maioria dos potenciais colaboradores se encontrem no exterior do país (Heights 1991). Em segundo, porque estes países dependem da colaboração internacional para aumentar a visibilidade da investigação e a atratividade das dos outputs científicos (Ronda-Pupo e Sylvan Katz 2016). Em suma, no contexto da competição internacional, a colaboração ajuda a ‘vender’ a ciência portuguesa. De facto, nos anos 1990, Portugal tinha uma das maiores taxas de colaboração internacional em publicações de artigos da Europa (Glanzel 2001), a rondar os 50%, e este valor têm-se mantido ao longo dos últimos 15 anos.

Este capítulo procura traçar o desenvolvimento da colaboração científica em Portugal a partir da área das energias renováveis ao longo do período 2001-2015. Quais são as principais dinâmicas da colaboração nacional e internacional? Estará a formar-se uma comunidade de investigação interdisciplinar em torno das tecnologias de energia renovável? A primeira parte do capítulo explora as dinâmicas das colaborações internacionais dos investigadores portugueses. Numa segunda parte, traça-se o desenvolvimento da colaboração a nível nacional através duma análise das redes de coautoria científica.

Colaboração internacional

A capacidade de colaborar no plano internacional é frequentemente apontada como um elemento de maturação da atividade científica. Segundo a literatura a colaboração internacional tem mantido um ritmo de crescimento mais ou menos constante ao longo das últimas décadas, produto das facilidades introduzidas pelas tecnologias de informação e de transporte. A redução do custo das viagens de avião permite que os investigadores em diferentes países se encontrem com mais regularidade em conferências internacionais e seminários. A comunicação digital permite que investigadores em diferentes partes do globo comuniquem por escrito ou por videoconferência e circulem dados e textos entre si. A oferta de novas ferramentas de colaboração permite que, por exemplo, textos possam ser facilmente trabalhados e discutidos, ou que eventos possam ser organizados, com pouco ou nenhum contacto presencial. A nível Europeu, têm-se concentrado esforços por parte da Comissão Europeia e dos governos nacionais para fomentar o desenvolvimento da Área Europeia de Investigação (European Research Area - ERA) através do reforço dos laços de colaboração científica entre os investigadores dos Estados membros. Os projetos financiados pela Comissão Europeia requerem frequentemente colaboração entre instituições de diversos países. A estes juntam-se programas especificamente desenvolvidos para promoção da mobilidade internacional como as Ações Marie Skłodowska-Curie e da formação de redes de colaboração como as Ações COST, assim como programas de mobilidade e colaboração criados por organizações nacionais e pelas universidades.

Figura 5.1 Evolução do número de artigos em energias renováveis referenciado na Scopus: total e em colaboração internacional



Fonte: Scopus

A colaboração internacional na área das energias renováveis cresceu ao longo do período 2001-2015, mas a sua proporção no total de publicações por parte dos investigadores portugueses não se alterou significativamente, mantendo-se aproximadamente nos 40% (Figura 5.1). Tendo em conta o particular investimento que a União Europeia tem feito em desenvolver a investigação em energia e sustentabilidade na ERA e o aumento da proporção das publicações em coautoria com investigadores de outros países no global da atividade científica nacional, esta observação surge como irregular e indicia a presença de outras dinâmicas sociais. A integração de investigadores nacionais em redes de investigação internacionais, que consequentemente produz publicações em coautoria com investigadores radicados em outros países, é sem dúvida indicador de internacionalização da comunidade científica nacional. Mas por outro lado, e sobretudo porque se trata de uma área de investigação em formação, é importante considerar uma dinâmica de autonomização da produção em que a investigação de iniciativa nacional ganha dimensão e qualidade suficiente para produzir publicações consideradas relevantes em termos internacionais que poderá contrariar a tendência para colaborar internacionalmente. A comunidade científica nesta área tem vindo a crescer, a organizar-se e a captar o financiamento para produzir autonomamente investigação reconhecida a nível internacional.

Tabela 5.1 Colaborações internacionais dos investigadores portugueses (20 países com maior número de colaborações)

<i>País</i>	<i>Frequência¹⁸</i>	<i>Grau¹⁹</i>	<i>Grau Ponderado²⁰</i>	<i>Média de países colaboradores por artigo²¹</i>
<i>Espanha</i>	91	18	36	0,40
<i>EUA</i>	44	16	27	0,61
<i>Brasil</i>	29	5	6	0,21
<i>Alemanha</i>	23	21	41	1,78
<i>Reino Unido</i>	18	16	22	1,22
<i>Itália</i>	16	14	23	1,44
<i>Croácia</i>	15	2	2	0,13
<i>França</i>	14	12	19	1,36
<i>Países Baixos</i>	14	7	8	0,57
<i>Grécia</i>	12	9	14	1,17
<i>Suécia</i>	12	15	29	2,42
<i>Finlândia</i>	9	10	18	2
<i>Dinamarca</i>	9	17	23	2,56
<i>Áustria</i>	8	11	16	2
<i>Índia</i>	8	4	4	0,5
<i>Roménia</i>	8	1	1	0,125
<i>China</i>	8	5	6	0,75
<i>Suíça</i>	7	13	15	2,14
<i>Canadá</i>	6	9	9	1,5
<i>Bélgica</i>	6	13	14	2,33

Tabela 5.2 Evolução da coautoria internacional de artigos por parte investigadores portugueses em energias renováveis por período de 5 anos (2001-2015)

	<i>2001-2005</i>	<i>2006-2010</i>	<i>2011-2015</i>
<i>Total Países</i>	21	31	35
<i>Total Colaborações</i>	36	88	284
<i>% de países da ERA</i>	0,83	0,71	0,67
<i>% dos 3 principais parceiros</i>	19,40	23,86	28,50

¹⁸ Número de colaborações com Portugal

¹⁹ Número de países colaboradores (excluindo Portugal)

²⁰ Número de colaborações com outros países

²¹ Grau Ponderado / Frequência

Os investigadores portugueses nesta área colaboraram com outros investigadores de 46 países diferentes, mas as frequências de colaboração são bastante diferentes (Tabela 5.1). A maior parte das colaborações é de facto no interior da ERA, confirmando algumas das expectativas da literatura sobre a Europeização da investigação nos países cientificamente mais periféricos da União Europeia como Portugal e Espanha. No entanto, há decréscimo do peso da colaboração com os países da ERA, que indica indícia uma maior capacidade por parte dos investigadores portugueses em estabelecer parcerias internacionais fora das dinâmicas desta. Principalmente numa relação contínua com o Brasil, o terceiro parceiro em termos de número de colaborações, facilitada pela evidente afinidade histórica e linguística entre os dois países (Glanzel 2001; Luukkonen, Persson, e Sivertsen 1992; Hoekman, Frenken, e Tijssen 2010) e a um aumento muito significativo da colaboração com os EUA que não só são a principal potência em termos de investigação a nível internacional - e portanto com muita capacidade de formar redes de colaboração internacional (Gómez, Fernández, e Sebastián 1999) - como beneficiaram do programa MIT, passando de um colaborador marginal em 2001-2005 para um dos mais significativos em 2010-2015:

eu quando acabei o doutoramento, e passado um ano ou 2 voltei ao MIT para ficar lá 3 meses, a aprender uma nova área. [...] Neste momento, o projeto da FCT que estávamos a discutir e no âmbito do programa MIT e envolve a colaboração de investigadores do MIT. Nós aí temos uma colaboração muito próxima e temos vários alunos que continuam a ir ao MIT e continuam a colaborar com o MIT. (entrevista 8)

Verifica-se também uma tendência de concentração que é importante apontar. Há uma diversificação no número de países envolvidos em coautoria com investigadores portugueses, mas a contribuição dos três principais países colaboradores no total aumentou de 19% para 28%.

De entre os parceiros europeus destaca-se a intensa colaboração com Espanha, que se manteve o principal parceiro ao longo de todo o período em estudo e é responsável por um terço das colaborações internacionais. A colaboração com Espanha beneficia da proximidade geográfica e de laços culturais. Além disso, Espanha tem um percurso algo semelhante a Portugal em termos de implantação de energias renováveis. A produção de energia elétrica a partir de fontes eólicas e fotovoltaicas passou de 2,1% em 2001 para

17,7% em 2015 e de 0% para 2,9%, respetivamente²². Existe também um historial de colaboração bilateral relacionado com a investigação em energias renováveis, como o Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia, que faz trabalho de investigação em materiais para células fotovoltaicas e o Centro Ibérico de Energias Renováveis, planeado no final da década de 2000, mas que nunca chegou a operar efetivamente, assim como um conjunto de empresas espanholas da área da energia que são promotoras de projetos de energia renováveis, na área da Energia Eólica e Fotovoltaica. Outros parceiros importantes incluem alguns dos países com peso na produção científica na Europa como a Alemanha, o Reino Unido e a França e, em menor grau, outros países Europeus como a Itália, a Croácia, os Países Baixos e os países escandinavos.

Mas muitos dos parceiros são-no apenas para relações ocasionais, tanto entre alguns países no interior da ERA, - Europa de Leste (Bulgária, Ucrânia, Eslováquia) -, como fora da Europa - no Médio Oriente (Irão, Arábia Saudita, Qatar), Norte de África (Tunísia, Mauritânia), Ásia (China, Índia, Japão, Indonésia) e América do Sul hispanófono (Chile, Cuba, México). As relações com estes países não beneficiam de afinidades particulares com o sistema científico português, são geográficas ou culturalmente distantes ou não têm um papel de relevo na investigação a nível internacional que leve à procura da formação de contactos. No entanto, algumas destas relações são promovidas no âmbito de mecanismos de financiamento da Comissão Europeia:

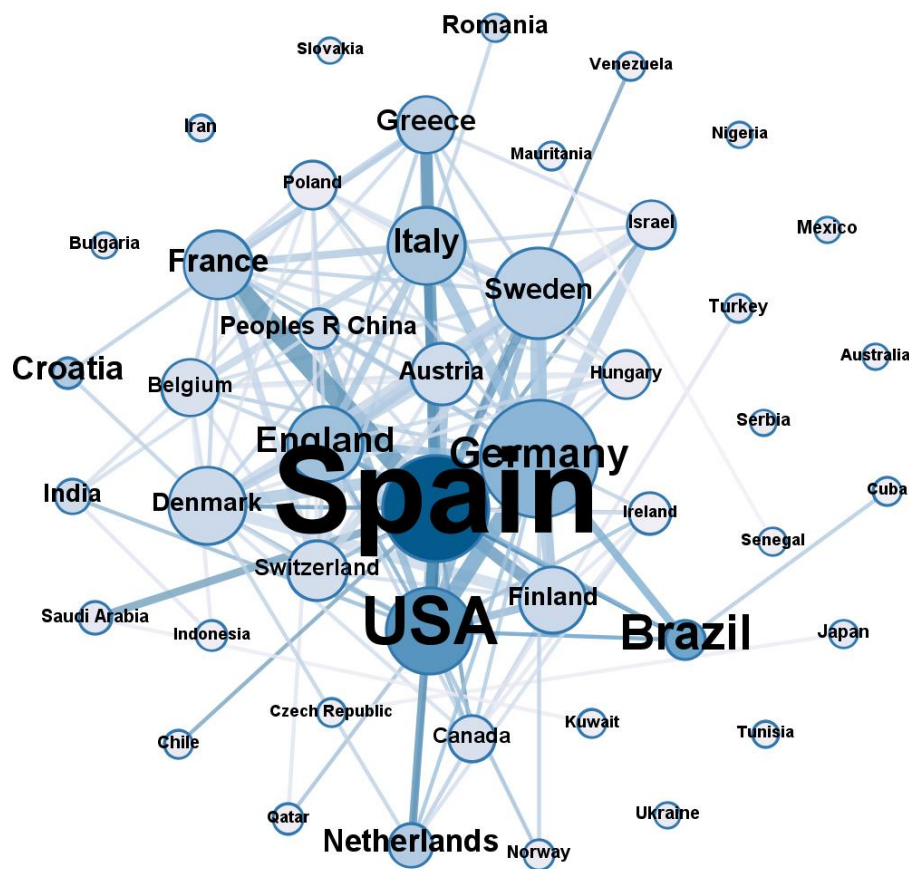
Nos projetos europeus, nalguns enquadramentos ou programas que além dos estados da Comissão, da União Europeia, também tem que incluir países que são associados membros. Muitos deles são da região mediterrânica, África do Norte, Tunísia, Marrocos, Argélia, Israel, depois outros países, tipo Turquia [...] também podem participar em alguns programas. E nós tivemos vários projetos deste género, onde colaboramos com países de Tunísia, Israel, etc., e estas colaborações com base dos projetos, sempre tiveram uma continuação. E como conhecemos os professores de lá, destas faculdades, elaboramos programas de doutoramento em cotutela. (entrevista 2)

Mas, segundo os investigadores, estas relações de colaboração internacional são sobretudo produto de contactos profissionais específicos, para os quais as conferências internacionais desempenham um papel importante:

²² Fonte: Eurostat

Em 2011 participei numa conferência em Talin. Depois falei com a pessoa que estava a organizar a conferência que é o meu ponto de contacto. Depois no ano seguinte encontramos outra vez, partilhamos mais umas experiências e avançamos com mais uns projetos conjuntos. As vezes as pessoas dizem... vamos as conferências passear... mentira. [...] Se forem bem aproveitadas são importantes. (entrevista 6)

Figura 5.2 – Ego-rede de coautoria internacional de artigos por parte investigadores portugueses em energias renováveis²³



Fonte: Scopus.

As coautorias internacionais assentam numa diversidade de dinâmicas e em agregado refletem também a organização internacional da atividade científica e a posição ocupada por Portugal. A relação entre o número de artigos publicados em colaboração com investigadores portugueses (frequência) e o número de outras coautorias presentes

²³ Algoritmo de desenho: Fruchterman-Reingold, dimensão dos nós proporciona ao grau ponderado (mínimo 0, máximo 41), gradiente da cor e dimensão das etiquetas proporcional à frequência (mínimo 1, máximo 91)

nesses artigos representa o número médio de países colaboradores nos artigos em que esse país participa (tabela 5.2 e figura 5.2) Valores mais baixo (sobretudo menores do que 1) indicam que a colaboração bilateral - envolvendo apenas investigadores daquele país e de Portugal - tende a ser mais frequente enquanto valores elevados indicam que colaborações envolvendo investigadores de vários países são mais frequentes. É evidente que os países exteriores à ERA tendem a ter valores mais baixos e por isso são sobretudo instâncias de colaboração bilateral entre investigadores portugueses e investigadores desses países. O caso mais evidente é o Brasil (0,2), que não só está entre os colaboradores mais frequentes, mas também é um daqueles com o qual a colaboração é mais bilateral. Os 29 artigos em colaboração com Brasil apenas envolveram 5 outros países em 6 instâncias de colaboração. Isto reforça a ideia de que a afinidade linguística, neste caso com o Brasil, é um fator importante no desenvolvimento de colaborações nesta área. Os países da ERA tendem a ter valores de grau mais elevados, e, portanto, dependem de colaborações multilaterais, reforçando a ideia de que a colaboração no interior da ERA é influenciada pelos mecanismos de financiamento Europeu, que tendem a motivar o envolvimento de um número alargado de países nos projetos. A mais importante exceção é a colaboração com Espanha (0,39), com quem a colaboração tem uma forte tendência bilateral. Tanto a colaboração com Espanha como com o Brasil foram referentemente referidos pelos investigadores durante as entrevistas. No outro extremo estão países da ERA mais distantes geográfica e culturalmente, como com os países da Europa do Norte - Suécia (2,41), a Finlândia (2), a Dinamarca (2,55) - e alguns países da Europa Central como a Áustria (2), Suíça (2,14) e Bélgica (2,33). As grandes potências científicas do centro da Europa, como o Reino Unido (1,22), a Alemanha (1,78) e a França (1,35) e os outros países da Europa do Sul, como a Itália (1,43) e a Grécia (1,16) situam-se algures entre os dois extremos. O que estes resultados mostram é que certas afinidades entre países, que a literatura já mostrou que tem uma influência importante no volume de colaboração, podem influenciar as características da colaboração. Os investigadores Portugueses mostram relativa facilidade em estabelecer colaborações com investigadores espanhóis e, em menor grau, com investigadores em França ou Itália, mas revelam dificuldades em estabelecer relações regulares com investigadores do Norte da Europa, cuja colaboração com Portugal parece ser mediada pela participação conjunta em colaborações internacionais envolvendo vários países.

A literatura sobre colaboração científica tem procurado identificar as motivações que levam os investigadores a procurar colaborações internacionais. A literatura aponta

o fenómeno alargado de procura de colaboradores mais reputados como forma de aumentar a própria reputação científica, que aparenta ser uma das bases da colaboração internacional (Hou, Kretschmer, e Liu 2007; Wagner e Leydesdorff 2006). Esta necessidade de fazer a ligação com quem faz investigação científica considerada relevante no panorama internacional é apontada pelos investigadores entrevistados. Esta é uma dimensão da colaboração geralmente identificada em países cientificamente mais periféricos em que a colaboração pode ser fator essencial para a visibilidade internacional do trabalho produzido (Veugeliers 2009; Kwon et al. 2011; Kronegger, Ferligoj, e Doreian 2011):

E há também participação em conjunto, com outras instituições, em projetos em instâncias europeias, que financiam estas áreas. Uma das coisas que eu procurei fazer foi de imediato entrar em três ou quatro iniciativas europeias tipo horizontal nestas áreas, e para afirmar, digamos, a nossa presença em termos europeus. E felizmente que consegui isso. [...] é muito importante nestas coisas se se quer ter uma intervenção de nível, estar na primeira divisão, ir jogar nos campos dos bons (entrevista 4)

Noutras situações a procura de colaboração assenta numa lógica de acesso a materiais ou equipamento não disponíveis no país. Um investigador na área da energia das ondas referiu a necessidade de uma deslocação ao estrangeiro para acesso a um local de ensaio para a tecnologias que estão a desenvolver e um outro o acesso a materiais desenvolvidos noutras universidades. A colaboração internacional é uma necessidade para produzir outputs científicos:

o pagamento é feito através da publicação de artigos conjuntos. Numa das colaborações mais ativas que tenho neste momento. e com o laboratório internacional que está sediado em Braga. Que é o Laboratório Ibérico de Nanotecnologias. E através dessa colaboração tenho tido acesso a material, a amostras, que tem sido crescida na Suécia. O que acontece para a realização de um trabalho... de um estudo... e nos conseguirmos ir buscar precisamente a partir das diferentes técnicas experimentais... e podemos ter, por exemplo, aquela a que estou mais ligado, fotoluminescência, é feita aqui, difração de Raio X é feito, por exemplo, aqui, e temos medidas elétricas a serem feitas na Suécia... podemos ter, sei lá, espectroscopia de Muões... uma coisa complicadíssima... a ser feita na Suíça. E tudo isto dá um artigo. Conseguimos ter acesso estabelecendo colaborações quando a pessoa tem [...] um currículo que mostra que realmente tem um conjunto de

boas publicações, a gente consegue chegar a outros grupos e a outras pessoas e nas reuniões científicas... obviamente tenta-se sempre estabelecer colaborações. E relativamente fácil... se uma pessoa tiver ideias concretas do que quer fazer e que sejam coisas interessantes para os outros grupos. (entrevista 9)

Outra situação, que é relevante no caso das energias renováveis, é o acesso a condições geográficas particulares, como refere este investigador, que por estar a trabalhar em sistemas de energia em regiões insulares desenvolveu ligações com universidades em Espanha e na Grécia:

A mais próxima é uma universidade de Córdoba, em Espanha. Depois em universidades espanholas por causa das Canárias e universidades gregas por causa das ilhas deles. Ou seja, um conjunto de universidades isto foi um consórcio de 11 ou 12 universidades. (entrevista 5)

A colaboração internacional é um sistema baseado em reputação (C. Wagner e Leydesdorff 2005; Jeong, Choi, e Kim 2014) e num país semiperiférico como Portugal, especialmente porque inserido na ERA, que procura promover a colaboração entre os seus membros, é necessário aos investigadores ser capaz de atrair colaborações com instituições com elevado capital científico em países como o Reino Unido ou a Alemanha. A literatura sobre colaboração internacional identifica estes países como ocupando posições centrais nas dinâmicas das redes internacionais de coautoria de artigos científicos (Makkonen e Mitze 2016; C. S. Wagner e Leydesdorff 2006). Como conseguem os investigadores portugueses entrar nessas redes de colaboração internacional? O fator mais evidente é a capacidade de apresentar trabalho que capte a atenção de potenciais colaboradores, por exemplo, com a capacidade de oferecer competências ou conhecimento pouco comuns. Em particular numa área de investigação vocacionada para o desenvolvimento de tecnologia, o desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras é particularmente importante:

Neste caso, as nossas colaborações nos projetos europeus. Nos antigos não estive envolvido nas propostas... nestes já acompanhei mais. O que nos distingue de outros grupos é a existência desta turbina. Começa a haver algumas pessoas interessadas na energia das ondas e claramente a usar este princípio que já lhe vou mostrar ali os bonecos e este princípio tem algumas vantagens relativo aos sistemas clássicos, aos mais

estudados, que são os que usam um sistema hidráulico [...] as pessoas começaram a ter conhecimento dela através das conferências e dos artigos e nestes últimos projetos acabamos por ser convidados precisamente para integrar estas outras turbinas nos projetos delas. Portanto foi uma questão de as pessoas considerarem que o nosso trabalho tinha interesse para elas. (entrevista 1)

Também importante é o desenvolvimento e manutenção de redes de contactos. A colaboração científica depende da criação de laços, que não garantem necessariamente benefícios imediatos, mas podem abrir oportunidades de colaboração no futuro. Os investigadores o trabalho continuado de manutenção de relações com colegas nas suas instituições, ou a nível internacional, através de uma presença consistente em conferências internacionais como um fator que abre portas à participação em projetos internacionais:

obviamente quando nos começamos a trabalhar nisto há duas hipóteses. Ou você integra uma equipa que já tem os contactos feitos ou então faz os seus contactos. Eu estou a participar num projeto europeu que está relacionado com smartmetering e com smartgrids de nova geração e posso dizer que cheguei a esse consorcio devido a minha participação em conferencias e fiz contactos com pessoas que depois vieram a estar ligadas a esta proposta. O estabelecimento de relações, troca de experiências e apresentação de trabalhos... e acharam que era interessante o trabalho que eu estava a apresentar e depois contactaram-me [...] Depois há outros que surgem de conhecimentos anteriores, de colegas... (entrevista 6)

Outro veículo para colaboração são redes de intercâmbio e de formação internacional para alunos, que potenciam contactos que se podem transformar em oportunidades de colaboração:

Nós para além do programa MIT Portugal estamos envolvidos noutros programas de interação com universidades europeias. Temos vários alunos que pertencem a essa comunidade de investigação em energia. Eu julgo que são três ou 4 vezes ao ano para ter formação e discutirem investigação e estamos também envolvidos noutro programa que agora nos trouxe um investigador a passar connosco 1 ano e meio em colaboração com universidade de Nantes. (entrevista 8)

Alguns investigadores identificam também as condições favoráveis do território português, como zonas montanhosas com bastante vento, a produção florestal, e a exposição solar, como fatores a ser explorados para motivar a colaboração científica e tecnológica:

Não, não, a nossa relevância não é nula, não é. Quando, ainda por cima temos a oferecer à Europa uma coisa muito importante, é que somos o país com melhor recurso renovável, na realidade. Nós temos tudo, temos o vento, temos a biomassa, temos o sol, o recurso solar, nós somos o país, onde provavelmente há mais sol em toda a Europa, não é. E, portanto, quer dizer, ainda por cima nós devíamos estar a dizer a essa gente, mesmo que não tivéssemos tecnologia nenhuma, deviam os estar a dizer esta coisa elementar que é, olhem vocês em vez de fazerem esse sistema aí debaixo das nuvens, que vocês têm aí ao lado dessa treta (entrevista 4)

Contudo, os investigadores identificam algumas dificuldades na formação destas colaborações. Os investigadores com mais reputados a nível internacional são frequentemente muito procurados para colaborações, o que pode tornar difícil aceder a investigadores com certo conhecimento ou equipamentos:

Há técnicas que estão mais difundidas umas que outras e, portanto, muitas das vezes o que acontece... por exemplo, uma técnica específica que é a microscopia eletrónica de transmissão. Não há muita gente no mundo que saiba fazer TEM em condições. Então a gente estabelece contactos com um grupo bom. Mas esse grupo recebe não sei quantas solicitações. O que acontece é que o trabalho vai parar a uma lista de espera, vai para uma pilha e pode demorar um ano ou dois a ser feito e às vezes nunca ser feito. Os nossos artigos nunca têm pessoas só daqui. A nível dos teóricos, as pessoas que se dedicam mais a física teórica... isso por vezes acontece. Eles conseguem trabalhar sozinhos ou com um aluno... uma colaboraçãozinha só. Na parte experimental, que é o meu caso, se eu fizer só a minha técnica, eu tenho muita dificuldade em conseguir publicar. Qualquer revisor vai dizer "olhe, você está a dizer isto mas fez medidas disto ou daquilo para tentar suportar as suas conclusões?" Portanto é uma necessidade que nós temos de ter equipamentos ou de ter as medidas feitas por outras pessoas. [...] Os nossos equipamentos normalmente são muito caros. Estamos a falar de equipamentos que podem ir a um milhão de Euros... estamos a falar de 100 mil... (entrevista 9)

No caso da colaboração através da participação em projetos, alguns investigadores consideram que a candidatura a projetos europeus é difícil, morosa e com baixa probabilidade de retorno:

No nosso caso, isto é mais complicado do que parece, isto parece muito fácil. Na experiência que eu tenho, quando se faz certo tipo de trabalhos, o que tem de correr mal corre sempre e, portanto, é difícil um tipo fazer um projeto destes e correr tudo bem. Há sempre uma coisa que falha por muito que a gente pense e aquele pormenor que a gente experimentou às vezes não vai ser importante é aquele que falha. E isso implica que se perde muito tempo. (entrevista 1)

Tem havido projetos europeus. Mas nós temos de ter a noção que os projetos europeus são extremamente competitivos. Os projetos da FCT não são tão competitivos. Os projetos europeus não são menos competitivos e a probabilidade de conseguir um projeto europeu é baixíssima. [...] Não é fácil, não é nada fácil. Mas tem havido projetos financiados na União Europeia a nível do fotovoltaico, com certeza que sim. Grandes consórcios, envolvendo 15-20 grandes empresas e nos aqui temos tentado lutar para conseguir participar em consórcios e estamos a participar neste momento, por exemplo, na área do fotovoltaico estamos a preparar uma candidatura a um projeto entre Portugal e Espanha. E, portanto, fazemos o que podemos dentro dos recursos que temos. Agora não é fácil conseguir projetos europeus. Não é nada fácil... e também não temos, acho que é uma realidade que tem de ser dita: não temos apoio para preparar candidaturas realmente capazes de ganhar. Não é fácil escrever uma candidatura que realmente seja capaz de ganhar, precisamos de ter muito apoio. (entrevista 9)

O alargamento da União Europeia trouxe algumas dificuldades à participação nestes consórcios internacionais. As regras dos concursos incentivam a inclusão de um número alargado de Estados Membros, o que facilita a integração de países mais periféricos como Portugal em consórcios internacionais. Mas com o alargamento aumenta a competição pela ocupação desses lugares:

Portanto, as renováveis começaram a ser uma aposta forte, por outro lado estávamos a entrar na Comunidade, portanto, os dinheiros para o desenvolvimento a nível do país, portanto, era mais fácil, também a Comunidade nessa altura era a doze salvo erro ou coisa do género, portanto, doze países, o facto de os projetos para serem aprovados necessitarem de haver vários países envolvidos, portanto, era mais fácil integrar-nos a

nós. Hoje em dia na Europa a 25, é mas difícil o ter financiamento e portanto, e parceiros, portanto, etc., portanto, está digamos, está mais dificultado por essa via. Porque o financiamento vinha de projetos Europeus, na sua grande parte, portanto, na década de 90. Sim. Tem sido mais difícil, sim. (entrevista 11)

As mudanças no tipo de projetos financiados através dos mecanismos europeus também afetam a capacidade de envolvimento de alguns investigadores. Os consórcios para grandes projetos aplicados requerem ligações às grandes empresas do sector energético e às principais universidades europeias. Alguns investigadores sentem que falta capacidade às equipas portuguesas para lidar com projetos desta dimensão, assim como o apoio necessário, em termos administrativos, por parte das universidades:

E é assim em todo o lado e talvez não seja politicamente correto dizer isto mas há lóbis e nós temos de perceber que, minha opinião, para se conseguir um projeto europeu e preciso ter grandes universidades europeias de referência e empresas incluídas no projeto e nesta área, nesta área mais tecnológica, se nos não tivermos empresas - aqueles grandes nomes que a gente houve falar: podem ser desde construtores de automóveis, empresas como Bosch, Siemens, por ai fora - nós não conseguimos ganhar um projeto europeu [...] Não é fácil... não é nada fácil. (entrevista 9)

O tipo de projetos que são financiados também já são diferentes. Primeiro eram projetos de demonstração, hoje em dia são mais os grandes consórcios de parceiros para um determinado fim, tipo eletrificar não sei o quê na América Latina, portanto, já são por consórcios e concorrem consórcios aquele tipo de objetivo e portanto, já é mais difícil. (entrevista 11)

Colaboração nacional

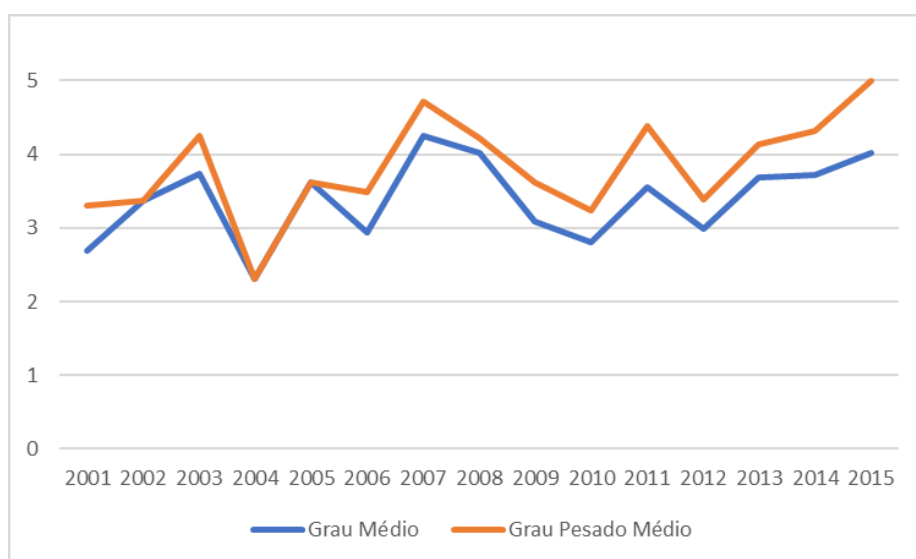
As energias renováveis são uma área de investigação relativamente recente em Portugal. Ainda que existam algumas equipas a trabalhar na área desde a década de 1980, a área consolida-se durante o período em estudo para este trabalho. A formação de uma área de investigação começa geralmente com pouco membros com pouco contacto entre si. Acresce que esta é uma área de publicação interdisciplinar, que recebe contributos de várias áreas da engenharia - eletrotécnica, química, mecânica - assim como da física e ciência dos materiais.

Tabela 5.3 Evolução da dimensão da rede de coautoria dos investigadores portugueses que publicam em energias renováveis (2001-2015)

	<i>Nº de Vértices</i>	<i>Nº de Arestas</i>	<i>Densidade</i>
<i>Todos Autores 2001-2015</i>	2253	8857	0.0035
<i>Portugal 2001-2015</i>	1215	2893	0.0039
<i>Portugal 2001-2005</i>	116	214	0.0320
<i>Portugal 2006-2010</i>	430	872	0.0095
<i>Portugal 2011-2015</i>	983	2176	0.0045

Como já referido num capítulo anterior, esta área de investigação teve um crescimento muito significativo ao longo dos 15 anos em estudo (Tabela 5.3). As publicações durante o período envolveram 2253 investigadores, dos quais 1215 são nacionais, mas uma larga maioria deste grupo começa a publicar na área apenas durante os últimos 5 anos. O número de investigadores nacionais que publicam em energias renováveis aumenta de 116 no período 2001-2005 para 983 no período 2011-2015. A densidade da rede de colaborações diminuiu bastante ao longo do período, o que é consistente com as características de uma rede científica, em que a capacidade de colaboração (e por isso de formar ligações) é limitada por tempo ou recursos disponíveis aos investigadores (Mark E J Newman 2004; Ruiz-Baños et al. 1999; Gómez, Fernández, e Sebastián 1999).

Figura 5.3 Evolução do grau médio na rede de coautoria dos investigadores portugueses que publicam em energias renováveis (2001-2015)



Fontes: Scopus

Tabela 5.4 - Evolução do grau médio na rede de coautoria dos investigadores portugueses que publicam em energias renováveis em períodos de 5 anos (2001-2015)

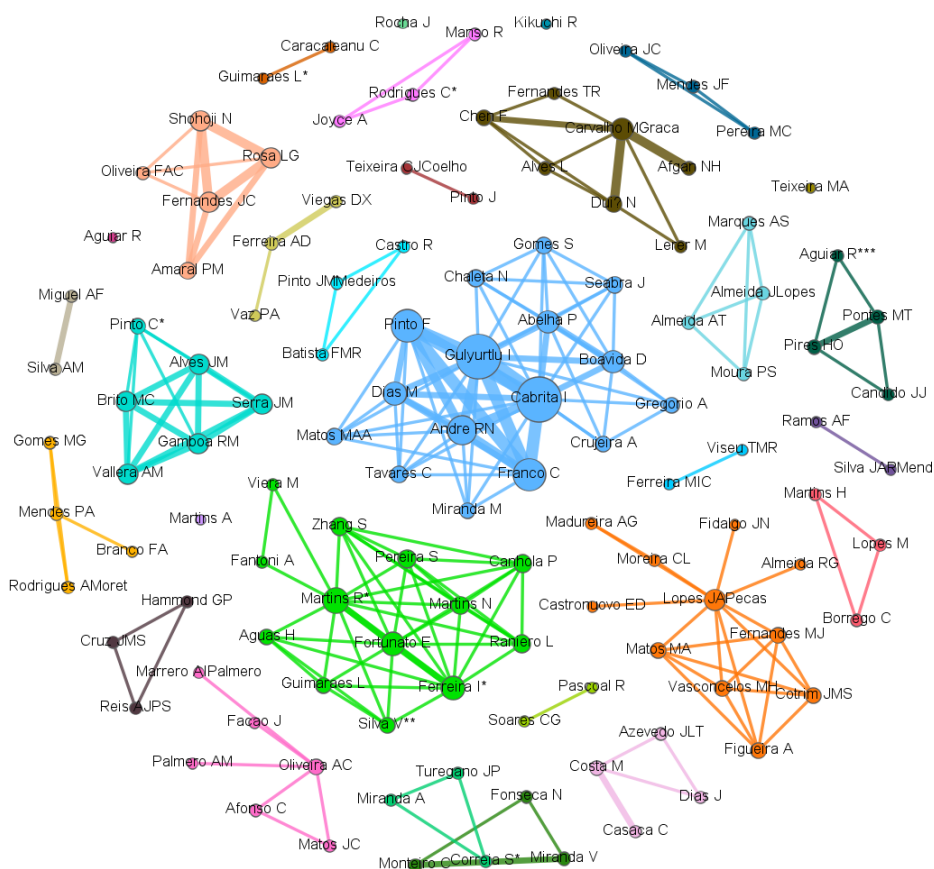
	<i>Grau Médio</i>	<i>Grau Ponderado Médio</i>
<i>PT 2001-2015</i>	4.762140	7.458436
<i>PT 2001-2005</i>	3.689655	4.896552
<i>PT 2006-2010</i>	4.055814	5.404651
<i>PT 2011-2015</i>	4.427263	6.760936

Fonte: Scopus

Os dados mostram um aumento do grau dos nodos da rede ao longo período em estudo, uma tendência que é visível na evolução anual (Figura 5.3), mas que é sobretudo evidente quando se reduz a resolução da análise os dados em intervalos de cinco anos. Os investigadores têm vindo a colaborar mais, não só no sentido em que há um aumento do número médio de colaboradores por autor (grau), mas também de que há um aumento ainda maior do número de colaborações (grau ponderado). Os investigadores colaboram com mais autores e essas colaborações são também mais frequentes. Isto está em linha com a literatura que aponta o aumento da colaboração como característico da evolução recente da prática científica em geral (J. Kim et al. 2016; Ovalle-Perandones, Perianes-Rodriguez, e Olmeda-Gomez 2009; Ferligoj et al. 2015; Abbasi et al. 2011; Sun e Liu 2016; Harzing e Alakangas 2016).

Um dos aspetos interessantes da análise da coautoria enquanto rede social é de permitir não só ver a evolução global da área científica através dos números de crescimento, mas também inferir algumas características das dinâmicas de colaboração olhando para a forma da rede. A análise de redes tem ao seu dispor um conjunto de métricas destinadas ao estudo da topologia das redes, mas há informação pertinente para a interpretação dos dados que é mais facilmente interpretada através das representações visuais das redes. A forma como grupos de investigação específicos surgem ou se desenvolvem, como se relacionam entre si e que posição ocupam na rede de colaborações é mais adequadamente analisada pela observação das representações. As representações usam algoritmos de desenho destinados a facilitar a sua análise, que colocam os agentes em posições que dependem da sua relação com os outros, ficando mais próximos se a colaboração entre ambos for mais intensa e mais distantes se for mais fraca.

Figura 5.4 Rede de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis (2001-2005)²⁴



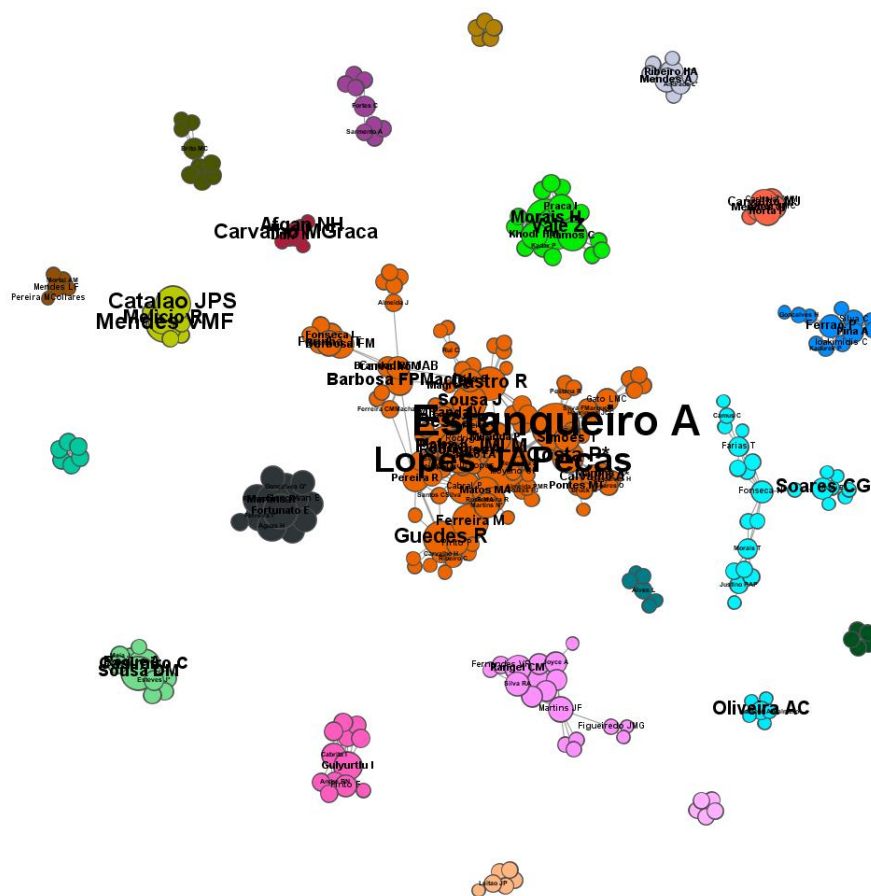
Fonte: Scopus

O período 2001-2005 (Figura 5.4) mostra o início da formação da rede, em que a colaboração é bastante fragmentada. Em particular destaca-se a inexistência de um componente principal de grande dimensão, uma característica usual das redes de colaboração científica com base em áreas disciplinares (Newman e Girvan 2004). A rede é composta por pequenos grupos de autores isolados entre si, e que na maioria dos casos partilham apenas uma ou duas publicações entre si. Contudo é possível identificar já a emergência de alguns grupos de colaboração continuada. Em particular destaca-se o componente desenvolvido em torno I. Gulyurtlu e I. Cabrita do grupo de biocombustíveis do LNEG, o maior componente da rede e que contém os dois autores que mais produziram neste período (Gulyurtlu e Cabrita). Surgem também alguns outros grupos de menor dimensão associados a alguns grupos de investigação na área das ciências de materiais e

²⁴ Algoritmo de desenho: Fruchterman-Reingold, dimensão dos nós e das labels proporcional ao grau ponderado (mínimo 1, máximo 144), cores representam pertença aos componentes.

da engenharia de algumas das principais universidades portuguesas. O grupo centrado em AD Ferreira da Departamento de Mecânica da Faculdade de Engenharia de Coimbra, de MG Carvalho do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior Técnico, de JA Peças Lopes do INESC Porto, e de ciências dos materiais em torno de R Martins e E Fortunato na Faculdade de Ciências da Universidade Nova de Lisboa e de MC Brito do Instituto D. Luiz da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Figura 5.5 Rede de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis (2006-2011)²⁵



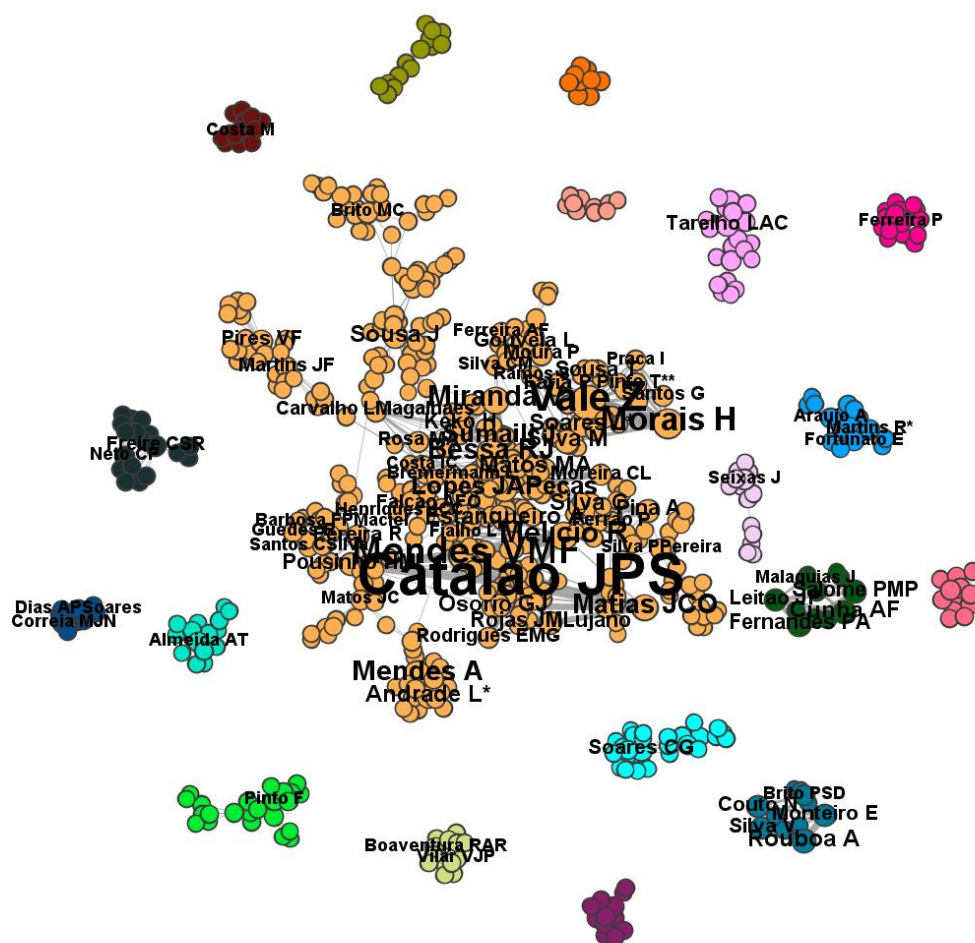
Fonte: Scopus

No período 2005-2010 (Figura 5.5) destaca-se a formação de um componente principal de grande dimensão, que abrange 25% dos autores. Este grupo é sobretudo por

²⁵ Algoritmo de visualização: Force-Atlas 2, dimensão dos nós e das labels proporcional ao grau ponderado (mínimo 1, máximo 144), cores representam pertença ao componentes. Os componentes com menos de 5 autores/vértices foram ocultados para simplificar a leitura da figura.

grupos a trabalhar na área dos sistemas de energia, já existentes em 2001-2005 e que continuam a consolidar a sua posição na área, como grupo do sistemas de energia do INESC TEC e dos centros de investigação da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto ligados à investigação em engenharia eletrotécnica (CESA, INEGI) - em torno de JA Peças Lopes e o grupo de Análise Energética e Redes do LNEG - em torno de A Estanqueiro, e ao Centro de Energia Elétrica do Instituto Superior Técnico - em torno de R Castro e J Sousa. Alguns dos grupos identificados no período anterior perderam parte da sua posição na rede, não crescendo nesta área ao mesmo ritmo que os grupos já referidos. Os grupos de investigação em células fotovoltaicas da Faculdade de Ciências das Universidade de Lisboa e Nova de Lisboa, ancorados em investigação mais próxima das ciências básicas (Física e Química), assim como o grupo de biomassa do LNEG, não acompanham a tendência de crescimento das áreas de investigação ligadas às engenharias mecânica e eletrotécnica. Surgem também alguns grupos novos, sobretudo na área da engenharia, como o grupo em energia das ondas do IST - em torno de CG Soares -, os grupos em sistemas de energia da Universidade da Beira Interior - em torno de JPS Catalão e VMF Mendes - e do Instituto Politécnico do Porto, em torno de Z Vale.

Figura 5.6 Rede de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis (2011-2015)²⁶



Fonte: Scopus

O período 2010-2015 (Figura 6.6) é de continuação do crescimento dos grupos de investigação ligados aos sistemas de energia e da afirmação desta área enquanto central na produção científica na área das energias renováveis.

Este componente contém 40% dos autores da rede, mas tem uma proporção maior das colaborações, cerca de 48%, e grau ponderado médio - 9,1 - é superior ao do total da rede - 6,7. Contém também a maior parte dos autores mais produtivos e que mais colaboram na rede, que na sua maioria lideram grupos na área dos sistemas de energia. A maior parte dos autores mais produtivos e conectados neste período fazem parte deste

²⁶ Algoritmo de desenho: Force-Atlas 2, dimensão dos nós e das etiquetas proporcional ao grau ponderado (mínimo 1, máximo 144). Espessura das arestas proporcional ao peso. Cores representam pertença aos componentes. Os componentes com menos de 10 autores/vértices foram ocultados para simplificar a leitura da figura.

componente - Estanqueiro, LNEG; Catalão, UBI; Peças Lopes, INESC TEC; Vale, IPEP. Apenas 3 dos 30 autores com mais de 10 publicações e apenas 5 dos 29 autores com mais de 30 colaborações ao longo deste período não fazem parte do maior componente.

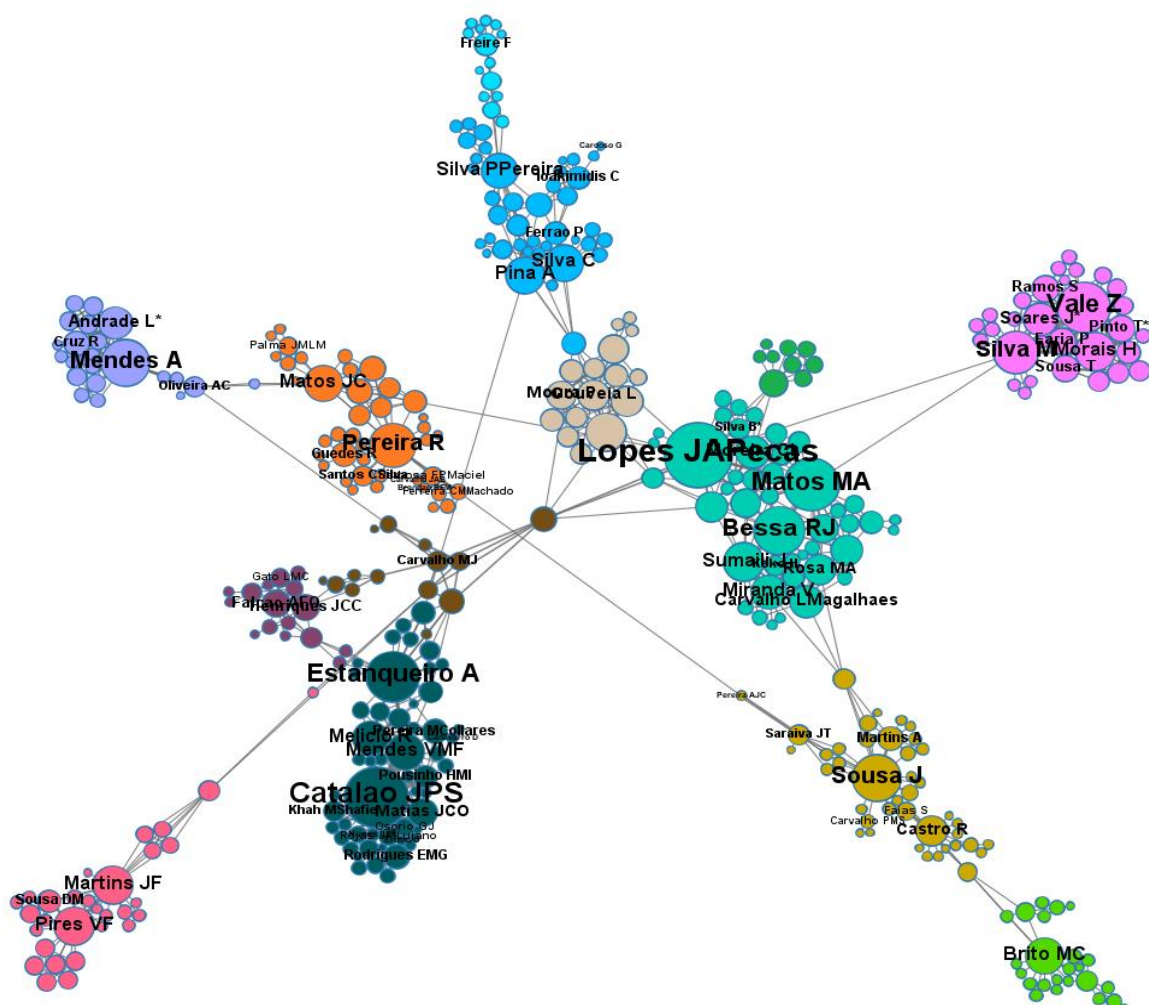
Tabela 5.5 Grupos de coautores na rede de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis (2011-2015)

Nome Autor principal	Número de autores	Instituição Principal
Soares CG	27	Wavec,IST
Pinto F	23	Unidade de Bioenergia – LNEG; FCTUNL
Tarelho LAC	23	CESAM/CICECO Aveiro
Freire CSR	20	CICECO Aveiro
Ferreira P	16	Centro de Gestão e Engenharia Industrial, UM
Martins R*	16	CENIMAT, FCT-UNL
Almeida AT	16	ISRCoimbra
Seixas J	14	SENSE, FCT-UNL
Boaventura RAR	13	LSRE, FCT-UNL
Costa M	13	Energia e Mecânica de Fluidos, IDMEC
Cunha AF	13	I3N Aveiro

Fonte: Scopus

Os grupos de maior dimensão que não fazem parte do maior componente (Tabela 5.5) estão sobretudo ligados à investigação em combustão e biomassa para a energia - Unidade de Bioenergia do LNEG, o CESAM da Universidade de Aveiro, o SENSE da FCT-UNL, o IDMEC do IST, e LSRE da FEUP - e à investigação em ciências dos materiais para células fotovoltaicas - o CENIMAT da FCT-UNL, o I3N da Universidade de Aveiro, e o WaVec que é o principal centro de investigação português em energia das ondas.

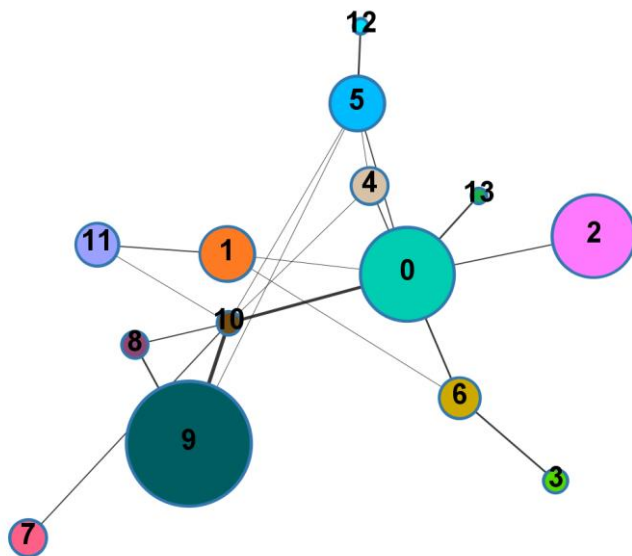
Figura 5.7 Rede de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis (2011-2015): Maior componente²⁷



Fonte: Scopus

²⁷ Algoritmo de desenho: Force-Atlas 2. Dimensão dos nós e das labels proporcional ao grau ponderado (mínimo 1, máximo 144). Espessura das arestas proporcional ao peso. Cores representam pertença a comunidade identificadas através do algoritmo de Lovain (Resolução = 1, Modularidade = 0,86).

Figura 5.8 Rede de comunidades de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis (2011-2015)²⁸



Fonte: Scopus

Tabela 5.6 Comunidades de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis (2011-2015)

<i>Comunidade</i>	<i>Instituições</i>	<i>Nº Autores</i>
9	UBI / UÉvora / LNEG	53
0	INESCTEC	44
1	INEGI / Megajoule / CeSa	41
6	ADESPA, ISEL / CiE3, IST	41
5	IDMEC / IN+ / INESCC	40
2	GECAD IPP, INESCC	30
7	EST IPS / UNINOVA	30
3	FCUL IDL	24
11	LEPAE FEUP / IDMEC Porto	23

²⁸ Representação dos grupos da figura X enquanto vértices. Dimensão dos nós proporcional ao grau ponderado (mínimo 45, máximo 756). Espessura das arestas proporcional ao peso. Cores representam comunidade identificadas através do algoritmo de Lovain.

4	Bioenergia LNEG / 16
	IDMEC IST
8	IDMEC IST 16
10	Grupo Energia Solar 14
	LNEG
12	INESCC / ADAI 14
	Coimbra
13	INESC Porto / EFACEC 9
	/ EDP

Fonte: Scopus

A análise do componente de maior dimensão da rede (Tabela 5.5) mostra a formação de uma comunidade assente sobretudo na investigação na área dos sistemas de energia, que ocupa o lugar centra na rede. Este componente contem os clusters com maior número de autores, na sua maioria ligados à investigação na área dos sistemas de energia, como o Grupo de Engenharia Mecânica da Universidade da Beira Interior, o INESC TEC da Universidade do Porto, o GECAD do Instituto Politécnico do Porto. O componente contém alguns grupos de investigação de outras áreas como o Grupo de Energia Solar do LNEG, e o grupo de investigação em células fotovoltaicas do Instituto D. Luiz, assim como os grupos de investigação em biomassa para a energia do LNEG e do Laboratório de Engenharia Ambiental e de Processos da Universidade do Porto.

Tabela 5.7 Evolução da dimensão do 1º componente²⁹ de rede de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis em períodos de 5 anos (2011-2015)

	<i>Nº de Vértices</i>	<i>% Total</i>
<i>1º Componente 2001-2015</i>	682	56
<i>1º Componente 2001-2005</i>	16	14
<i>1º Componente 2006-2010</i>	108	25
<i>1º Componente 2011-2015</i>	395	40

Fonte: Scopus

As métricas de conectividade reforçam as observações retiradas das visualizações. Ao longo do período em estudo verifica-se uma tendência de aumento da interligação

²⁹ O 1º componente é o maior grupo de autores ligados na rede

entre os autores, formando grupos de investigação mais densamente ligados, assim como a ligação entre estes grupos. Em primeiro lugar, pela formação de um componente de grande dimensão que abrange uma proporção cada vez maior dos autores nesta área e que é sobretudo formado por grupos de investigação na área dos sistemas de energia a trabalhar em centros de investigação e departamentos ligados à engenharia mecânica e eletrotécnica das principais instituições da área, como o IST, o LNEG e a FEUP. Em segundo, pela tendência de aumento da conectividade média, que mede a robustez da rede em manter as ligações entre os nós quando algumas ligações são retiradas.

Tabela 5.7 Evolução da conectividade média de rede de coautoria dos investigadores portugueses em energias renováveis em períodos de 5 anos (2011-2015)

	<i>Conectividade de Vértices Média³⁰</i>
2001-2015	0.417140
2001-2005	0.189055
2006-2010	0.139654
2011-2015	0.215161

Fonte: Scopus

Contudo, estes valores mantêm-se abaixo do que a literatura tem descrito para outras áreas de investigação. Os trabalhos sobre áreas interdisciplinares relativamente recentes não são abundantes, mas os trabalhos para componentes de grande dimensão encontram geralmente valores superiores a 50 ou 60% para proporção do maior componente em áreas de engenharia e de física (Newman 2004; Fuccella et al. 2016), que compõem grande parte desta área de investigação.

Alguns autores (T. Schubert e Sooryamoorthy 2010; Kwon e Martin 2011) salientam a colaboração nacional com base na existência de competências complementares entre equipas investigação que permitem acesso a conhecimentos necessários para fazer face a desafios tecnológicos multidisciplinares:

³⁰ Conectividade de vértices é o número mínimo de vértices que necessitam ser removidos para desconectar um par de nós. A Conectividade Média é a média aritmética deste valor para todos os pares de nós da rede. É uma medida da robustez das ligações na rede.

Nós fizemos isso com a [universidade]. E obviamente que temos consciência que a parceria foi importante e que nós temos o conhecimento das boias e da produção da energia e eles têm o conhecimento para colocar sensores para trabalhar com elas. E foi um projeto em que claramente que foi a equipa que ganhou. Se fosse lá sozinho não tinha credibilidade para dizer assim: agora vou lá por sensores; nunca fiz isso na vida. Assim como eles sabem pôr os sensores mas para construir uma boia para produzir energia também não eram cedíveis. Portanto, foi daqueles felizes consórcios que juntou duas equipas são complementares e não se cruzam. (entrevista 1)

No entanto, os investigadores entrevistados referem frequentemente que o esforço de procura de colaborações está direcionado para as colaborações internacionais em detrimento das redes de colaboração nacional:

Nós temos uma rede de investigadores e institutos internacionais que funciona muito bem, onde surgem sempre novas ideias. Para elaborar projetos em colaboração internacional, só a plataforma europeia é que funciona. É um facto que isto nos dá muito trabalho, mas também levou à situação em que nós estamos a apresentar relativamente poucos projetos a um nível nacional. Também temos, como por exemplo este projeto que eu estou a coordenar. E está a decorrer agora, é um projeto da FCT, de investigação. Mas, o resto é tipicamente europeu. (entrevista 2)

A forma como os esquemas de financiamento europeu de ciência estão organizados não favorece a colaboração a nível nacional. Os projetos europeus obrigam a inclusão de instituições de vários estados-membros, o que limita a introdução de várias equipas portuguesas num mesmo projeto:

É mais fácil no estrangeiro do que em Portugal. Isto é estranho, mas se você pensar que vai concorrer a um projeto internacional não pode levar mais dois ou três parceiros do mesmo país. Três já é muito e isso às vezes limita um pouco a colaboração dentro do país do ponto de vista internacional. Agora se for um projeto nacional. Temos tido várias colaborações com colegas de outras universidades. Mas isto é engraçado, porque quando é do ponto de vista internacional acabamos por focar mais a competir que a colaborar. (entrevista 6)

Outros apontam a natureza interdisciplinar da área da Energia como algo que dificulta a colaboração. As diferentes disciplinas têm um entendimento diferente do que é importante na área, o que pode dificultar a ação conjunta:

Sim. A [Universidade], durante muitos anos, não conseguiu fazer nenhum curso sobre energia ou energias renováveis. Porque os de Civil acham que energia é edifícios, os de Eletrotécnica acham que energia é Eletrotécnica, e os de Mecânica acham que energia é Mecânica. Como são todos muito importantes, nunca se conseguiram juntar. (entrevista 3)

Outro dos investigadores refere a falta de planeamento por parte do governo e da Fundação para a Ciência e Tecnologia. A colaboração depende da definição de linhas estratégicas por parte do governo em torno das quais as instituições possam estabelecer estratégias de colaboração:

Acho que um dos principais problemas que nós enfrentamos em Portugal é a falta de uma política definida a longo prazo. Nós estamos sempre dependentes do governo que está no poder ou do partido que está no poder. Estamos sempre dependentes de quem é o ministro - se e mais dinâmico se não é. E infelizmente neste país nunca há a definição de políticas a longo prazo, tem de ser se calhar 10 anos. [...] Temos um governo recente, que tomou posse há menos de um mês. Temos de estar à espera que vá ser este ministro que vá promover isto ou aquilo porque daqui a 6 meses pode lá não estar. Não é assim que se faz uma programação. Não são definidas linhas estratégicas em que se diga, por exemplo, energia renovável, é uma linha estratégica para o país? Se for, vamos então dizer que é uma linha estratégica não só enquanto está um determinado governo no poder. E isso não tem acontecido ao longo dos anos. Ou então tem havido governos que têm apostado nas energias renováveis, que é, no fundo, apostar em quê? É apostar na instalação de painéis fotovoltaico e mini-geradores de energia eólica ou enfim, parque eólicos como é óbvio; mas não há propriamente uma aposta em termos de investigação. Dizer assim, vamos direccionar a investigação para aqui. Mas isto é genérico; é transversal; não é só nas energias renováveis. É na física; é em todo o lado. Não há uma política bem delineada em que a gente defina exactamente o que quer das coisas. E eu acho que isso é uma das nossas principais faltas a nível do nosso sistema universitário e de investigação. (entrevista 9)

Conclusão

Este capítulo tinha por objetivo identificar padrões na colaboração científica em energias renováveis em Portugal. A nível da colaboração internacional identificaram-se três tendências importantes. Primeiro, os investigadores portugueses colaboram frequentemente com os seus congéneres espanhóis e brasileiros, confirmando a importância da afinidade geográfica e linguística a estes países. Segundo, o conjunto dos três principais parceiros de colaboração bilateral (Espanha, EUA e Brasil) ganhou peso no total das colaborações ao longo período em análise, em detrimento das colaborações com outros países da ERA com quem a colaboração científica tende a ser mais baseada em colaborações envolvendo investigadores de vários países. Estas diferentes dinâmicas de colaboração com a Europa vão de encontro à tendência encontrada por Pereira (1996) nos anos 90, que argumenta que a colaboração portuguesa com os parceiros da ERA surge como resultado das exigências dos programas de financiamento e não se traduz necessariamente em dinâmicas de colaboração continuada. Terceiro, há uma redução da proporção de artigos em colaboração com o exterior no total de artigos publicados, que juntamente com o ponto anterior é um fator indicativo de maturação da investigação nesta área em Portugal.

A nível nacional os dados mostram a evolução de uma comunidade inicial fragmentada para a formação de uma comunidade mais coesa que se desenvolve principalmente em torno de uma área de investigação emergente em sistemas de energia. Esta área parece estar a responder a uma necessidade criada pela introdução de energias renováveis em produção distribuída, que cria novos problemas tecnológicos de planeamento e gestão das redes elétricas e que está refletida nos programas de financiamento de ciência por parte da tutela - tanto os Programas-Quadro como a FCT têm vindo a promover uma conceção sistémica da produção e distribuição de energia. Contudo, em concordância com o estudo de Videira (2016) sobre redes interpessoais de investigadores, não há muitos indícios de formação de uma comunidade interdisciplinar centrada nas questões técnicas da transição energética. Apesar dos periódicos da área de energia aceitarem artigos provenientes de um conjunto de disciplinas diferentes (Engenharias, Ciência dos materiais e química em particular), as fronteiras disciplinares parecem manter-se na colaboração para publicação de artigos científicos. A reduzida colaboração a nível nacional pode também derivar de uma falta de tradição de colaboração no sistema científico português (Tavares e Pereira 2000) ou como apontam

alguns entrevistados, das dinâmicas da colaboração nos projetos europeus, que pode ter um efeito de desincentivo da colaboração nacional, com mais impacto num sistema científico de pequena dimensão como o português.

A inexistência de colaboração neste âmbito não implica, no entanto, que não exista colaboração noutras instâncias, por exemplo na organização da formação graduada (cursos conjuntos) ou na colaboração mais direta com empresas. Tirar conclusões com base em comparação com outros contextos acarreta alguns problemas quando se tem em conta que as redes construídas a partir de bases bibliográficas são muito sensíveis aos métodos usados na desambiguação de autores. Mas seria interessante enquadrar esta área emergente com outras áreas científicas mais estabelecidas em Portugal por um lado, e com a investigação em energias renováveis por outro, mas há uma lacuna de investigação nessas áreas que torna difícil tecer comparações.

VI

Produção de conhecimento em contexto de aplicação e diversidade organizacional

Introdução

Os modelos emergentes de produção de conhecimento identificados na literatura (Gibbons et al. 2008; Etzkowitz e Leydesdorff 2000b) assentam, entre outros aspetos, numa alteração das relações entre as universidades e instituições de I&D, por um lado, e a indústria por outro. Os autores identificam um modelo de clássico de produção de ciência assente na autonomia científica, em que o conhecimento é produzido no contexto das instituições de I&D e dirigido pelos interesses da comunidade científica e que posterior é transferido para a indústria por um processo de ‘transbordo’ (spillover) (Leydesdorff e Meyer 2006). Por contraste, identificam outro que é caracterizado por uma diluição das fronteiras entre a atividade científica e o tecido económico, produto das mudanças nas sociedades e economias do ocidente industrializado, cuja capacidade de competição na economia mundial depende crescentemente da inovação tecnológica. Este último modelo tem vindo a tornar-se dominante no discurso dos governos e das instituições (Meyer-Krahmer e Schmoch 1998; Perren e Sapsed 2013), mas a literatura tem focado sobretudo a dimensão institucional. A forma como estas transformações são incorporadas pelos próprios investigadores tem sido em grande medida descurada. Os trabalhos existentes, apontam para uma coexistência dos dois modelos, em que a interação, muitas vezes conflituosa entre ambos, que depende de contextos nacionais ou disciplinares (Albert, Laberge, e McGuire 2012; Ranga, Debackere, e Tunzelmann 2003; Pereira 2002b). Para o caso português, um estudo recente, mas que foca apenas os novos processos de avaliação dos investigadores, encontrou diferenças nas atitudes destes em função das áreas disciplinares de origem, estando os investigadores das áreas que mais facilmente beneficiam do novo modelo (engenharia e ciências médicas em particular) mais propensos à sua aceitação. Existem também alguns trabalhos sobre os processos de transferência de tecnologia, que apontam as fragilidades das ligações entre a academia,

ligadas às fragilidades do próprio tecido económico português (Godinho e Caraça 1999; Oliveira 2000; Heitor e Bravo 2010) e que é partilhada por outros países do sul da Europa (Makkonen e Mitze 2016).

É importante destacar os conceitos de produção em contexto de aplicação e diversidade organizacional (Gibbons et al. 2008). A produção em contexto de aplicação aponta para uma produção científica definida não apenas pelas prioridades das disciplinas científicas, mas também pelas necessidades socioeconómicas dos contextos em que se insere e em que a aplicabilidade do conhecimento e a transferência de tecnologia são prioridades que permeiam todo o processo de investigação científica, desde a sua conceção até à aplicação. A diversidade organizacional reflete a entrada de outros tipos de organizações no processo de produção de conhecimento, que para este trabalho é particularmente importante a indústria ligada à produção de tecnologias de energias renováveis e à produção e distribuição de energia elétrica.

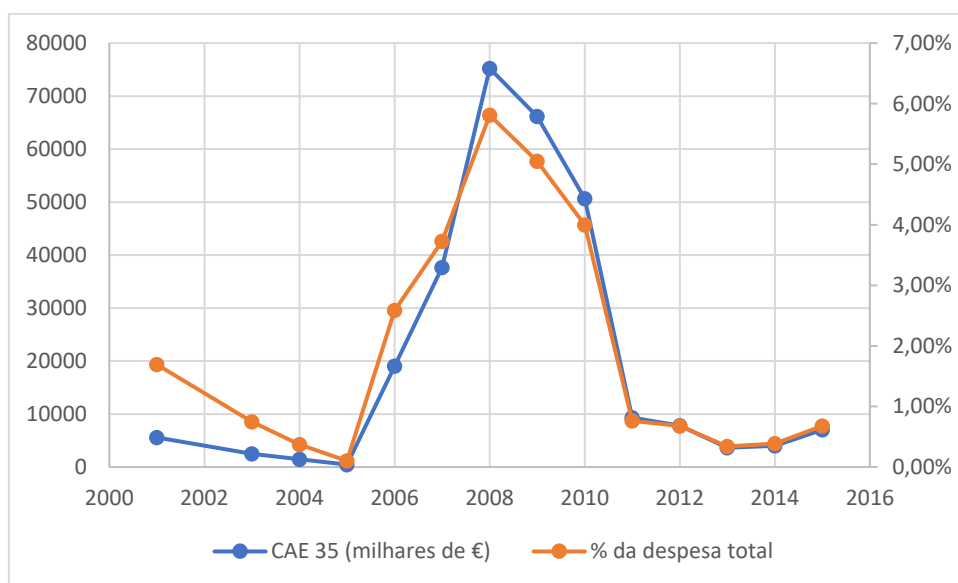
Este capítulo procura dar conta desta dimensão da ligação entre a ciência e a sociedade. Na primeira parte explora-se a colaboração entre a academia e empresas a partir de dados de participação em projetos e de registos de patente. Nas seguintes apresentam-se as perceções dos investigadores sobre diferentes dimensões da ciência em contexto de produção, colaboração com empresas, registo de propriedade intelectual e empreendedorismo científico, com base em entrevistas semiestruturadas.

I&D empresarial em Energias renováveis

A investigação em energias renováveis é fundamentalmente direcionada para o desenvolvimento de tecnologia com objetivo de implementação na resolução dos problemas dos sistemas energéticos contemporâneos e é expectável que reflita as características das novas formas de produção de conhecimento que emergiram nos países ocidentais no final do século XX (Etzkowitz e Leydesdorff 2000b; Etzkowitz 2003b; Gibbons et al. 2008), que apontam um reforço das ligações entre a produção académica e o tecido económico. Por outro lado, as dificuldades do sistema científico nacional em estabelecer este tipo de dinâmicas são frequentemente apontadas na literatura (Godinho e Caraça 1999; Oliveira 2000). No então, a partir de 2001, foram criados alguns incentivos à investigação no sector privado através do Quadro de Referência Estratégico Nacional, como o programa de apoio à Inovação e Desenvolvimento Tecnológico das Empresas e

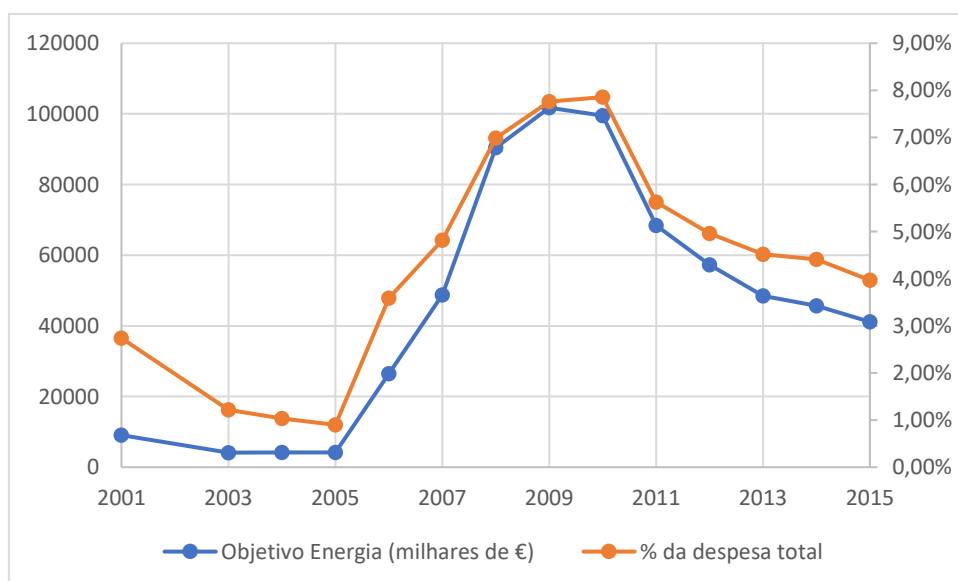
Sistema de Incentivos à Inovação que oferecem às empresas a possibilidade de obter financiamento destinado a projetos de investigação e desenvolvimento ou a serviços de consultoria científica em concursos que incluem rubricas para as áreas de «diversificação e eficiência energética» e «sistemas energéticos e novas formas de energia».

Figura 6.1 Despesa em I&D no sector das empresas na categoria de atividade económica (CAE) 35 (40 até 2005) – total e em percentagem da despesa total no sector empresas (2001-2015)



Fonte: DGEEC - IPCTN

Figura 6.2 Despesa em I&D no sector das empresas no objetivo socioeconómico energia – total e em percentagem da despesa total no sector empresas (2001-2015)



Fonte: DGEEC - IPCTN

Ainda que não seja possível discriminar as energias renováveis nos dados estatísticos existentes, segundo o Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico, a despesa em I&D do sector empresas na secção 35 (secção 40 até 2005) (Figura 6.1) da CAE (produção de eletricidade, gás, vapor, água quente e fria e ar frio) cresceu de 2 milhões em 2003 para os 75 milhões em 2008, ano em que atingiu o seu pico, tendo sofrido um decréscimo para os 50 milhões em 2010. A despesa contraiu substancialmente a partir de 2011 e não excedeu os 10 milhões de Euros desde então. O objetivo socioeconómico Energia (Figura 6.2) tem uma evolução semelhante; atingiu um máximo de 100 milhões de Euros em 2009 e desceu para cerca de metade em 2012.

Colaboração entre universidade e empresas

Os laços de colaboração científica entre empresas e instituições de I&D são também bastante difíceis de avaliar. Não existe um arquivo consistente deste tipo de atividade, que assuma um papel semelhante ao dos artigos científicos para a atividade de colaboração dos investigadores que trabalham nas instituições de I&D. A lógica do trabalho de investigação incentiva um conjunto de práticas de divulgação frequente dos resultados e de normalização do seu processo de arquivo (através da consolidação das normas de edição das revistas científicas), que nem sempre se conjuga facilmente com a investigação no sector privado. A publicação de patentes funciona de alguma forma como o análogo da publicação científica para este tipo de colaboração, mas as instâncias de colaboração entre as instituições de I&D e empresas não resulta necessariamente em pedidos de patente. A publicação de uma patente requer um avanço tecnológico significativo na implementação proposta e a colaboração entre as universidades e o tecido económicos cobre um espectro que inclui atividades de transferência de tecnologia de menor densidade tecnológica que não se adequam necessariamente ao registo de patentes (Leydesdorff e Fritsch 2006; Leydesdorff e Strand 2013).

Tabela 6.1 Colaboração entre universidades e empresas em projetos de investigação e registos de patentes (2001-2015)

	<i>Colaboração Universidade-Empresa</i>	<i>Total (projetos em energias renováveis)</i>
<i>Projetos Programa-Quadro</i>	18 (10%)	178
<i>Projetos FCT</i>	7 (10%)	68
<i>Patentes</i>	17 (25%)	69

Fontes: Community Research and Development Information Service (CORDIS); Fundação para a Ciência e Tecnologia e World Intellectual Property Organization

Em termos globais, a tabela 6.1 mostra valores baixos de colaboração entre empresas e universidades nacionais, tendo em conta que se trata de uma área de investigação aplicada e que houve um investimento notável no sector ao longo dos últimos 10 anos. Mas tal como referido, a real dimensão da cooperação entre universidade e empresas é difícil de avaliar e não esgota necessariamente nestas métricas. Há ainda alguns condicionalismos que afetam esta perceção. Os projetos financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia são sobretudo dirigidos à investigação académica, o que pode contribuir para que os níveis de colaboração se mantenham pouco frequentes, mesmo em áreas de investigação aplicada. Os programas-quadro tendem a privilegiar a colaboração entre as universidades e indústria, mas funcionam sobretudo numa lógica transnacional, que não privilegia a integração de empresas portuguesas. Embora exista um número considerável de projetos com a participação de entidade portuguesas, estas são na maioria dos casos as universidades. Os projetos tendem integrar empresas de outros países europeus. A participação da indústria portuguesa só é consistente em projetos coordenados pelas universidades nacionais.

bibliográficas, mas existem instâncias de colaboração entre academia e indústria também na publicação de artigos em revistas científicas. No capítulo 5 foram identificados dois clusters compostos por coautoria entre investigadores de universidades e empresas, em particular na universidade do Porto/INESCTEC. As empresas com investigadores envolvidos nesses clusters de coautoria surgem nesta rede em lugar de destaque. A EDP por manter uma colaboração alargada com as universidades portuguesas - a EDP colaborou em patentes ou projetos com a Universidade Técnica de Lisboa, com a Universidade Nova de Lisboa, Universidade do Porto e com instituições que lhes estão associadas como o INESC-TEC (UP) e o INESC-ID (UTL) e a EFACEC por manter com a Universidade do Porto, a colaboração mais intensa entre uma instituição de ensino superior e uma empresa (Peso = 4). A outra empresa que surge na coautoria de artigos é a MEGAJOULE, uma empresa de consultoria de energia renováveis, que não surge na rede de patentes e projetos.

Os investigadores entrevistados identificam que houve mudanças no relacionamento entre a academia e o tecido económico. Grosso modo, o discurso dos investigadores reflete as ideias sobre o papel económico e social da ciência sociedades de conhecimento, em que a ciência se faz cada vez mais em contexto de aplicação, ou em que as necessidades do processo de transferência de tecnologia são incluídas na investigação científica desde a sua conceção. A ciência é apresentada não só na sua capacidade de gerar conhecimento, mas também na capacidade de gerar inovação e valor económico.

O discurso dos entrevistados baseia-se frequentemente na oposição entre dois modelos de ciência, um que representa a atividade científica do passado e outra que representa ou o presente ou um presente em desenvolvimento, em que elementos de ambos os sistemas coexistem, muitas vezes em conflito.

A organização da ciência do passado é frequentemente caracterizada de forma negativa pelos entrevistados. Um dos investigadores associa-o a ineficiência ao comparar o modelo de organização da ciência na União Europeia e o dos EUA. Há por um lado uma cultura Americana de fazer ciência, em que o investimento se traduz em resultado com impacto económico (patentes) e uma cultura europeia em que os recursos despendidos no sistema científico são desperdiçados por retornarem pouco em termos de valor para a economia:

eu acho que a União Europeia de alguma forma está a atentar caminhar para o modelo americano, embora não se esteja para aí a dizer isto. Que é a grande diferença entre a investigação nos EUA, [...] e uma das razões é que a partir do momento em que estamos a criar coisas montá-las e fazê-las perde-se imenso tempo. Não sobra muito tempo para o resto. O que isto tem de por isto a funcionar, não é só desenhar as pás da turbina. Temos imensos desafios de engenharia que são coisas supostamente simples, mas que depois demoram muito tempo. [...] E uma das coisas que acontece com a investigação nos Estados Unidos é que eles produzem imensas patentes. E os americanos a relação entre o financiamento... dos milhões de dólares investidos e o retorno em patentes, que normalmente acaba por ser o que interessa à indústria. Os tipos querem patentes para se distinguirem dos outros. Na Europa gastam-se centenas de milhões e o número de patentes é muito limitada. E de alguma forma esta forma de pensar da Comissão Europeia é no sentido de caminhar para o modelo americano. (entrevista 1)

De forma mais geral, há uma crítica explícita à conceção clássica da autonomia científica por parte destes investigadores, em que a direção da ciência é sobretudo guiada por dinâmicas internas à comunidade científica - em última instância, os problemas relevantes são definidos por quem avalia o trabalho científico e toma decisões sobre o seu financiamento ou publicação, e que geralmente são outros investigadores. Para os entrevistados, atividade científica é concebida como estando ao serviço dos interesses da sociedade, como nas palavras deste investigador que identifica uma ciência não engajada no mundo que a rodeia como desadequada ao mundo contemporâneo:

O que interessa é nós fazermos coisas que deem conforto e cada vez mais as pessoas têm que compreender que a investigação em si mesma... [...] é evidente que nos precisamos na mesma das bases, isso é fundamental, ninguém faz nada sem isso. Mas cada vez mais tem que haver um leitmotiv, tenho que ter uma estratégia, tenho que ter uma visão de futuro e fazer as coisas só porque me dá gozo, isso era interessante no século XVIII, no século XIX, até meados do século XX, hoje em dia esse já não é o paradigma, porque a forma como vivemos, mesmo até a energia é tão dinâmica que o tempo de vida das coisas é cada vez mais curto. (entrevista 10)

Por oposição, os investigadores valorizam um modelo de ciência virado para a procura de impacto na sociedade, em particular a nível económico. A importância da ciência é associada a instrumento de desenvolvimento, num mundo em que é necessário

competir globalmente com base em tecnologia e inovação, e na incapacidade da indústria nacional, pela sua reduzida dimensão, competir com base na oferta de preços baixos no sector da tecnologia com as grandes empresas internacionais do sector energético:

Eu já lhe estou a dizer isto para lhe explicar que desde os anos 90 nos fazemos continuamente contribuições para a indústria nacional. [...] Com sucessivos modelos produzidos por investigação que permitiram a uma empresa pequena a nível mundial, grande para Portugal mas pequena a nível mundial, competir com os grandes tubarões mundiais como a Siemens, a ADB, etc. Como é que uma empresa destas, pequena pode competir com esses tubarões mundiais, não é por preço... só pode competir se oferecer uma qualidade e vantagens marginais, funcionalidades que os outros não conseguem oferecer. Porque não vale a pena ter ilusões, que para o mesmo preço, entre uma oferta de um alemão e de um português, o mercado internacional não hesita. Portanto a nossa estratégia de aliança com as empresas foi fornecer-lhes elementos de competitividade por valorização tecnológica relativamente à oferta mundial corrente. (entrevista 7)

Por outro lado, os entrevistados salientam também o papel da investigação em competir com as economias emergentes. A indústria de produção de células fotovoltaicas que estava sobretudo localizada na Europa, EUA e Japão até meados da década de 2000 não resistiu à entrada da indústria chinesa e taiwanesa no mercado, que desde 2010 são responsáveis por mais de metade da produção a nível global (Jager-Waldau 2017). Para este investigador, a parceria entre a academia e a indústria europeia para o desenvolvimento de novos materiais para as células é uma solução para voltar a fixar esta fileira industrial em território europeu:

Está a haver uma ação concertada a nível europeu no sentido de dinamizar a indústria europeia e a sustenta-la em pilares que possam de alguma forma vencer esta onda, este choque. E para isso, estão-se a dinamizar parcerias publico privadas, que são boas, só em Portugal e que não funcionam porque foram dominadas por corruptos. E neste momento existe uma ação concertada das indústrias europeias [...] e a ideia é nós criarmos uma base de sustentação que permita que nós possamos a nível europeu desenvolver as materiais primas para a indústria energética do futuro, de tal forma que seja difícil desvincularmos o processo da matéria-prima. Isto é, os sistemas hoje em dia você faz uma célula solar de silício amorfo, importa os lingotes e faz onde quiser. Mas se você tiver que fabricar os materiais a situação é diferente porque tem que ter a empresa ao pé de onde fabrica. O exemplo que qualquer cidadão percebe é: se eu faço uma garrafa

para embalar a coca-cola eu tenho de fazer a garrafa ao pé de onde tenho de fazer a coca-cola, não importo a garrafa da China. (entrevista 10)

A adoção de uma estratégia de inovação é apresentada como uma estratégia viável para um país com poucos recursos, aqui salientando a energia como um sector que aliado a uma política de ciência e tecnologia representa uma oportunidade de desenvolvimento económico para o país:

Mas é também uma outra coisa, o que nós precisamos hoje, toda a gente fala todos os dias, precisamos de investimento, de desenvolvimento da economia, de crescimento, etc. E nós deveríamos estar a fomentar isso, tendo o bom senso, provavelmente, de fazer quase pela primeira vez seria, escolher algumas áreas para centrar, como temos poucos recursos, a ajuda ou a capacidade de desenvolver a economia acontecer à custa de alguns sectores, que nós escolheríamos como estratégicos, e a energia é precisamente um deles, as energias renováveis. Porquê? Porque o recurso temo-lo, mesmo que tenhamos que gastar dinheiro, é melhor gastar dinheiro connosco próprios do que mandá-lo para outros quaisquer. Mas por outro lado, porque estas formas de energia, todas elas exigem o fabrico de equipamentos e, portanto, elas necessitam de uma indústria. Quer dizer, é um sector ou não? A gente tem a fileira toda, não é? E, portanto, é potencialmente imbatível, não sei de nenhum outro sector, não consigo encontrar nenhum outro sector, onde realmente este conjunto de circunstâncias estejam reunidas como estão aqui nas energias renováveis. (entrevista 4)

A investigação neste contexto requer que os investigadores se desloquem entre a cultura da academia e da indústria. A produção de investigação economicamente útil exige do investigador uma familiaridade com a lógica e as necessidades do tecido económico. Em geral, os investigadores referem estas duas culturas como estando em aproximação. Este entrevistado identifica a necessidade de adaptação da investigação a valores ligados à produção de valor nas empresas como aplicabilidade, adequação ao mercado, projeto para o futuro:

[...] o estar nos dois mundos é muito importante porque [...] não há muita prática disto, mas quem a tem percebe que isto não tem dificuldade. Estes dois mundos não são tão antagónicos ou tão, ou não estão tão afastados quanto parece. Não estão. E as empresas ajudam muito a dar lógica e a disciplinar aquilo que um investigador poderia fazer por si só. Quer dizer, em teoria eu posso investigar qualquer coisa, só que se quero

ter minimamente uma ideia de utilidade e de utilização daquilo que faço, essa qualquer coisa tem de estar sintonizada com o que vai ser verdadeiramente a sua utilização no futuro. O que é que será o mercado, quer dizer, tudo isso que são as preocupações do lado da empresa. Juntar estes dois mundos, portanto, é muito, ajuda. (Entrevista 4)

[...] o ponto crucial e aí é que eu discordo de muitos dos meus colegas, a universidade deve ter um espírito empresarial. Quando na universidade se diz ‘não! mas isso é um sacrilégio, vender as minhas ideias! mas isso é a coisa mais.. que é isso? exploração?’ Isso é quando as pessoas se sentem frágeis e incompetentes. Porque se eu me sentir competente eu até devo promover as minhas ideias. Porque se elas trazem riqueza, eu vou beneficiar outras pessoas. E vou melhorar as minhas próprias condições de investigação. (Entrevista 10)

A linguagem científica é outra barreira entre a ciência e a participação de outros stakeholders. A comunidade científica usa frequentemente termos cujo sentido nem sempre é perceptível ou que invocam significados e perceções diferentes junto do público não especialista. Este investigador refere a necessidade da sua instituição em mudar a linguagem de forma a torná-la mais acessível a potenciais parceiros industriais:

Porque é coisas destas que tiveram que adotar a universidade das empresas e o espírito clássico é "eu é que sei e a empresa ou sabe o que eu estou a falar ou são uns ignorantes". E aqui para viver teve que aprender a falar... dois exemplos: nos anos 90 tivemos combinamos todos aqui dentro que era proibido falar em robótica e proibido falar em inteligência artificial. Os empresários levantavam-se da cadeira, cumprimentavam e iam embora. Então combinamos ‘não, não falamos de robótica; falamos em automação. Não falamos de inteligência artificial; falamos de sistemas de ajuda à decisão’. Bom e começaram a aparecer uns contratos. A gente falava em robótica; ‘nós não queremos ficção científica, queremos uma coisa com os pés na terra, os senhores estão a pensar muito alto’ e saíam da porta. Portanto nós é que tivemos de aprender. (entrevista 7)

Mas os entrevistados referem também mudanças por parte das empresas, pelo menos a nível de alguma abertura e interesse por parte destas no trabalho desenvolvido nas universidades. Muitos referem que existem relações continuadas e que as próprias empresas procuram as equipas de investigação para colaborações:

Os financiamentos europeus vieram ajudar muito. Porque as empresas perceberam que é preciso ter desenvolvimento associado para ter produto e isso também veio. Não quero dizer que foram as empresas só que mudaram. A própria universidade também sentiu para concorrer, por exemplo a um projeto, precise de ir associada a uma empresa que depois valide aquilo que ela está a desenvolver. Portanto há aqui uma simbiose. Acho que os projetos europeus ajudaram muito. (entrevista 5)

Há uma tendência para a formação de uma ligação mais forte entre a atividade científica e o tecido económico. Mas o relacionamento entre a prática científica industrial abarca um conjunto de modalidades distintas de relações entre a atividade científica e industrial que refletem não só diferentes dimensões do papel dos investigadores, mas também diferentes realidades do tecido económica a nível europeu e nacional. Alguns trabalhos têm mostrado que, apesar de a transferência de tecnologia ser frequentemente associada ao desenvolvimento de produtos de elevada densidade tecnológica, uma parte importante destas colaborações dá-se com empresas que procuram não tanto o tipo de colaboração assente na produção de novo conhecimento, mas que procuram junto das universidades determinado know-how a que não tem acesso.

Em primeiro lugar, existem as parcerias que decorrem da participação em projetos com financiamento europeu. É de destacar que os entrevistados se referem pouco a estas relações quando lhes foi pedido que falassem sobre relações com a indústria. Como já referido capítulo 4, a participação nos projetos europeus tende a ser mediada pelas grandes universidades europeias e os entrevistados tendem a falar destas relações como relações com o consórcio e não tanto com os seus participantes individualmente. No que toca à colaboração com o sector privado, os entrevistados referem-se sobretudo às relações que mantêm diretamente com as empresas nacionais do sector energético, com as quais algumas instituições mantêm uma relação prolongada. Mas estas relações são apresentadas em diferentes modalidades. Os investigadores hierarquizam este trabalho de colaboração em diferentes níveis, que correspondem às necessidades de diferentes tipos de empresas. Por um lado, há um trabalho de inovação ou desenvolvimento de tecnologia que normalmente é associado à colaboração universidade-indústria. Este tipo de colaboração faz-se sobretudo com as grandes empresas do sector energético, tanto na distribuição, como na produção de equipamentos:

Eu acho que há diferentes interesses que as empresas poderão ter em trabalhar nesta área. Há empresas que trabalham nestas áreas para melhorar as próprias operações. E aí a própria universidade tendo algo a contribuir, julgo que esse trabalho há de ser sempre feito em maioria por outras empresas da área. E depois a empresas que vem os temas energéticos como um potencial de desenvolvimento de novos negócios, e aí como é natural temos uma relação bastante boa com a EDP, com a REN e com a GALP. Portanto é com eles que nós acabamos por colaborar para tentar ajuda-los a desenvolver novos negócios. (entrevista 8)

Mas por outros, os investigadores realizam também outro tipo de trabalhos, que envolvem geralmente consultoria para empresas, que não tem tanto o objetivo de produzir conhecimento ou inovação, mas de ajudar as empresas nacionais a atualizar as suas operações. Este trabalho de atualização não é visto como dotado do mesmo reconhecimento científico:

Mas, com as empresas pequenas, nós não inventámos nada, com as empresas pequenas nós fazemos uma espécie de consultadoria. É, eles têm uma ideia, melhor ou pior, normalmente pior e acham que vão revolucionar com a coisa, e nós dizemos, isso já foi feito, e não funcionou por causa disto ou dizemos isso não foi feito assim, vocês têm aqui um espaço e ajudamo-los a fazer um, nós temos aqui um campo para ensaios, por isso fazemos umas medidas, como sabemos um bocadinho mais sobre o assunto, dizemos ou vocês, isto aqui até não é má ideia, se for aplicado para este nicho de mercado, isto não aplica aquilo que vocês estão a dizer, mas é útil. Mas, normalmente quando chegam a nós, já vêm com a propriedade protegida. (entrevista 3)

Não é só produzir tecnologia, portanto, é colaborar, prestar, portanto, por exemplo, o estarmos numa comissão de normalização, o estar numa comissão e normalização só dá trabalho, basicamente, portanto, é ler documentação, analisar o que é que lá está mal, o que é que pode estar bem, o que é, portanto, e preparar pareceres que serão o parecer de Portugal relativamente a um determinado assunto. Portanto, também é uma prestação de serviços que não é tanto transferência tecnológica. (entrevista 11)

Um dos investigadores referiu ainda outra dimensão de transferência de conhecimento para a indústria, que considera pouco valorizada pelo sistema científico e pouco encorajada no atual enquadramento da avaliação. Na área da engenharia existe uma tradição de publicação em periódicos em língua portuguesa dirigidos aos profissionais do

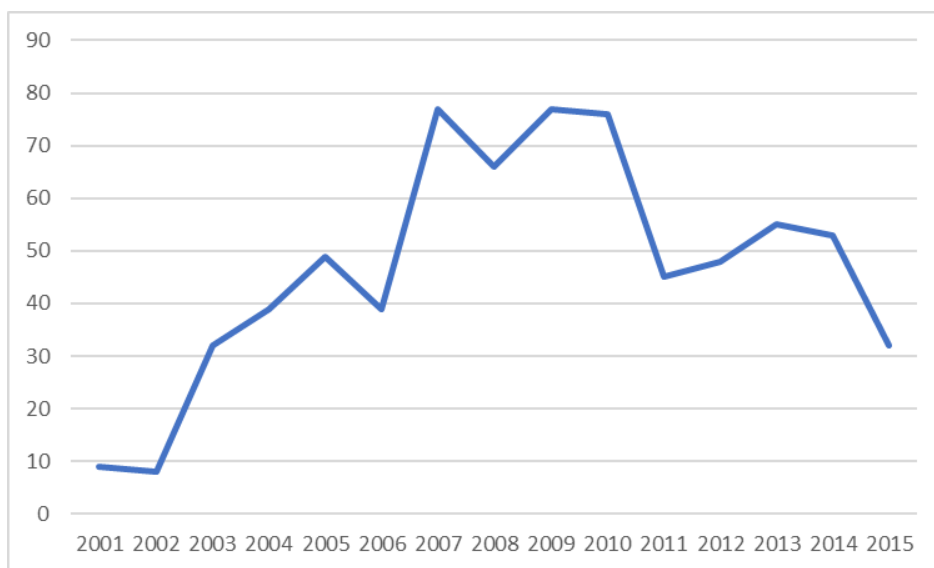
sector - por exemplo, as revistas das Ordens dos Engenheiros e Engenheiros Técnicos - e que tem vindo a perder espaço no trabalho dos investigadores devido à valorização das publicações em revistas científicas internacionais, publicadas em inglês e dirigidas sobretudo à comunicação entre pares:

Isto é, quando nos valorizamos um artigo numa revista científica e um numa revista de difusão para o setor, uma revista na área da eletricidade, da manutenção, é insignificante em termos de carreira, só de si só estamos a reduzir os meios de comunicação. Ou seja, a única via que nos temos é que haja alguém dentro da empresa e daí as áreas tecnológicas muito mais abertas. Que tenha a abertura para de vez em quando ler uma revista científica. O que faz muitas vezes é ficar por essas revistas do setor. Não havendo difusão ou o investigador sentir que não tem benefício em divulgar neste tipo de revistas, a comunicação é cortada com o setor empresarial. Onde é que pode acontecer isso? Pode acontecer eventualmente nos congressos. Mas nos congressos muitas vezes se são aplicados os investigadores não vão. Se são muito científicos os investigadores também começam a não ir porque em termos de carreira os congressos e só para contar e pagam-se. Enquanto o que vale são as revistas. Como é que é feita a progressão nessa situação. Porque se valorizassem as publicações em revistas temáticas, a empresa X saberia muito mais que o investigador Y estava a trabalhar num modelo para solucionar um determinado problema. Que é uma das formas que nós nos debatemos aqui internamente na minha área da engenharia e gestão industrial. Qual é a melhor forma de nós podermos comunicar ao meio envolvente o que nós fazemos? Porque existe uma dificuldade enorme em a sociedade perceber o que é que um investigador faz. (entrevista 5)

Registo de propriedade intelectual e empreendedorismo científico

Um elemento importante desta mudança é a emergência da patente como parte do output esperado para o sistema científico. O sistema científico e tecnológico nacional tem um problema histórico a nível da produção de investigação patenteada por parte das universidades, situação que, no entanto, se tem vindo a alterar ao longo das últimas duas décadas. O número de patentes concedido a universidades e instituições de I&D cresceu a partir do início do século e chegou a atingir valores acima de 70 patentes atribuídas por ano entre 2007 e 2011 (Figura 6.4).

Figura 6.4 Número de patentes atribuídas por via nacional a instituições de ensino superior e de I&D por ano



Fonte: Instituto Nacional de Propriedade Industrial

Em geral, os entrevistados reconhecem esta valorização do registo da propriedade intelectual nos sistemas científicos contemporâneos. Houve mudanças a nível das motivações individuais - os investigadores procuram mais patentear o trabalho realizado na universidade. No entanto, embora intimamente ligada ao desenvolvimento de tecnologia, os processos de produção de propriedade intelectual assentam em instituições com valores e linguagem diferentes da academia. Os investigadores reconhecem este desfasamento. Por um lado, a proteção da tecnologia produzida em contexto académica é valorizada, mas por outros os investigadores em contexto universitário nem sempre dominam os conhecimentos necessários para fazer este trabalho:

As patentes internacionais são muito caras, são dispendiosas, são muito chatas. Porque se queremos a patente num país temos de a ter na língua do país, temos de ter um tradutor ou temos nós de fazer a tradução. É um processo que é muito chato. (entrevista 1)

Tem normalmente projetos que permitem registar essa patente, mas isso é um bocado complicado porque apoio financeiro na sua génese é antagónico porque a pessoa tem que perceber minimamente qual é o risco que pode ter. [...] Digamos que muitas vezes o maior apoio que as pessoas que a pessoa têm além da questão administrativa nem é o financeiro, porque qualquer investigador arriscaria um ordenado para registar não

digamos uma patente mas no mínimo o modelo de utilidade [...] A dificuldade está é em o conhecimento que o investigador tem muitas vezes para medir o risco. E para medir o risco é necessário perceber minimamente o alcance. Isto implica que a pessoa tem que ter conhecimento não só dos clientes com os quais vão concorrer e dos eventuais clientes que possam vir a conquistar de outro tipo de mercado que por sua vez pode não ser influenciado por essa inovação. (entrevista 5)

As necessidades de proteção de propriedade intelectual levaram a mudanças também a nível institucional - as instituições adaptaram-se, criando enquadramentos e estruturas de apoio direccionadas para a gestão da sua própria propriedade intelectual. Os entrevistados reconhecem essas mudanças e vêem-nas como um desenvolvimento positivo no funcionamento das instituições:

Sim, existe agora na Universidade muito essa ideia de que o sucesso se mede pelo número de patentes, a primeira patente que foi feita para esse projeto, que naquele tempo já era a nossa e nessa altura acho que foi em 2003 ou 2004, nem sequer havia regulamento de propriedade intelectual na [universidade], por isso, fomos nós que tivemos que fazer o primeiro regulamento. Entretanto, isto começou a ficar na moda, nós fizemos três, ele agora vai fazer a quarta, o quarto pedido, mas conclusões práticas julgo que é ainda cedo. Mas sim, existe uma cultura, não existe uma cultura, existe um ambiente que promove a proteção da propriedade intelectual e o empreendedorismo lato sensu. (entrevista 3)

Todas as universidades neste momento têm os GAPIs [Gabinete de Apoio à Propriedade Intelectual]. Isso foi um grande passo que deram. Era uma coisa que não se falava até porque veio de certa maneira colocar a nú o que se passava. Por exemplo, os alunos não tinham a mínima ideia que tudo o que seja desenvolvido num laboratório ou na instalação da universidade é propriedade intelectual da universidade. E, portanto, até isso por si só foi benéfico para os alunos de doutoramento perceberem minimamente que quando estavam a desenvolver algo que tinha de relacionar-se com o tal gabinete para os instruir da melhor forma de proteger a sua propriedade intelectual. E daí que encontre em todas as universidades um GAPI com os tais gabinetes de apoio. (entrevista 5)

O empreendedorismo é o outro modelo de transferências de tecnologia que tem sido promovido como forma de integração da academia com o tecido económico. O empreendedorismo científico assenta na ideia de o próprio investigador participar no todo da cadeia de desenvolvimento de uma solução tecnológica, desde a conceção da

investigação até à formação de uma empresa (as chamadas spin-offs tecnológicas) que comercialize essa tecnologia. Apesar de apenas três dos investigadores entrevistados estarem diretamente ligados à formação de uma spin-off, a prática do empreendedorismo científico está suficientemente difundida para que quase todos os entrevistados tenham ou participado de forma indireta, por exemplo numa função de consultor, ou estarem familiarizados com o processo através da experiência de colegas ou alunos que formaram empresas:

Eu estive mesmo como administrador de uma das empresas spinoffadas, palavra porreira. Duas empresas de relevo nessa área: uma ligada a eficiência energética, que acaba por ir à promoção das renováveis por causa da fotovoltaica, da qual já vendemos a nossa participação na altura certa a um grupo nacional português. Mas também participamos e ainda temos uma participação de capital noutra que é um dos fornecedores de previsões de potência eólica para as empresas nacionais e que tem também já contratos internacionais. O nosso fornecimento de previsões é um negócio internacional e também temos um ator colocada nesse mercado que bebeu para quem transferimos que foram primeiro desenvolvidos aqui na sequência de pesquisa, de investigação que é a nossa maneira de criar spinoffs e passar para empresas tecnologias e novos modelos ou ideia que são desenvolvidas primeiro em projetos de investigação. (entrevista 7)

Embora seja sócio de uma startup. Mais porque um dos nossos alunos na sequência de um prémio da EDP inovação que foi ganho por eles. E eu estava na equipa e tenho dado mais é apoio técnico. No sentido das soluções. Isso depende também de cada pessoa. Há pessoas mais propensas a outras menos propensas. Embora eu acho, sou perfeitamente a favor de startups tal como também não me choca que uma startup ao fim de um ano morra porque esse é o conceito da startup. (entrevista 6)

No entanto, alguns dos entrevistados apontam as diferenças na cultura das empresas e da academia como um elemento que dificulta o diálogo. Este investigador da área da engenharia aponta como o ensino superior forma os alunos para se focarem em encontrar soluções técnicas sem o devido enquadramento de uma formação na implementação da tecnologia:

O principal problema para mim é um problema mais de fundo que tem a ver com a educação. Acho que nos somos educados a pensar em problemas, mas não em problemas da vida

real. Que eu acho que é uma grande falha. Os alunos muitas vezes são formatados para fazer as análises do ponto de vista técnico. Em qualquer área disciplinar, mas depois não estão habituados a fazer do ponto de vista da implementação da vida real, onde tem que pensar em vários ângulos diferentes. Eu acho que isto é mais um problema de base e é um problema que não me parece que afete necessariamente só a universidade. É um problema que afeta, acho eu, todos os graus de ensino. (entrevista 8)

[...] as universidades precisam claramente que em qualquer área tecnológica, seja ela qual for, tem que ter alguma componente de economia e gestão. Eu sei que facilmente que qualquer tecnólogo vai à internet e encontra um texto sobre a análise de investimentos ou sobre planos de negócio. Estas disciplinas permitem na minha opinião, que o mais cedo possível, o aluno perceber logo de uma macroeconomia para perceber como é que uma empresa se organiza. Mudar de certa maneira... isso não se resolve só com as disciplinas de empreendedorismo. É mudar o paradigma. Mas mudar o paradigma para quê? Para que o engenheiro químico, o engenheiro físico, o engenheiro mecânico perceba que não basta ser tecnologicamente muito bom se não tiver uma componente de gestão, por isso é que eu dizia há pouco que nos próprios templates para candidatura a projeto é preciso fazer análise SWOT, demonstração de resultados, interesse para a sociedade. Ter algo que tenha a ver com custo/benefício. Eu até diria: devia ser obrigatório uma análise de risco de conclusão do projeto. Porque a União Europeia investe ou a FCT milhares ou milhões em projetos. (entrevista 5)

Por outro lado, este investigador, que trabalha mais próximo da investigação fundamental, aponta o problema inverso; que existe uma necessidade de uma aproximação que deve ser feita por ambas as partes. A indústria nem sempre se mostra capaz de compreender a lógica de funcionamento e a utilidade da investigação científica no desenvolvimento de inovação:

que devemos ter investigação tendo em conta as nossas empresas? Com certeza que sim. Mas também as empresas têm de se aproximar um bocadinho mais das universidades; se calhar pensar como é que podem usar melhor as universidades também é verdade. E nós não podemos ter equipas que muitas das vezes já há fundamentalismos dos dois lados. Nem uns querem ignorar e mudar o que estão a fazer para se adaptar às necessidades empresariais, nem os outros têm a noção de que a nível das empresas para que um produto tenha sucesso, a parte de estudos fundamentais são necessários e isso também acho que a nível empresarial há muito esta ideia de que é tudo muito bonito ate

as pessoas acabam o curso e quando chegam as empresas é que eles vão aprender a realidade. É essa a ideia que se transmite muitas das vezes, mas efetivamente, [...] a pessoa nunca vai perceber porque se faz uma determinada receita, que alguém aprendeu e transmitiu dentro da empresa e que faz aquilo porque é uma receita que funciona e dá frutos. E realmente a pessoa que saí da universidade pode perceber e pode eventualmente melhorar essa receita. Portanto, uma das áreas que eu acho fundamental e incentivar a investigação nas empresas. Disso não tenho dúvidas. (entrevista 9)

Os investigadores reconhecem que o centro das colaborações é entre as instituições europeias e embora as empresas se tenham tornado parceiros essenciais nos projetos a nível europeu, tendem a ocupar uma posição periférica. São sobretudo as universidades que asseguram o ímpeto para os projetos de investigação com a indústria:

O núcleo desta rede são os institutos, são instituições académicas ou instituições de investigação. Depois, dependente do trabalho, sempre estamos a colaborar com empresas. Hoje em dia, é impossível ganhar um concurso de projetos sem ter uma presença de empresas muito forte na proposta, isto sempre tem que ser. E temos umas empresas que voltam de trabalhar connosco, que participaram já em vários projetos nossos, mas também há outras que entram e saem, no sentido que só trabalhamos uma vez, nunca mais. Mas, tipicamente o núcleo de universidades ou de instituições académicas, aí há muita colaboração. (entrevista 2)

A iniciativa parte sempre da parte da investigação. É triste, mas não é só em Portugal, é algo que se nota, se for para, nos Estados Unidos não é assim. Nos Estados Unidos há grandes projetos de investigação liderados e há sectores que não é assim, por exemplo, o sector farmacêutico todos sabemos que é um sector em que a investigação é quase toda privada. Mas na Europa, por exemplo, na minha área de investigação que é integração e gestão na rede elétrica, normalmente são mesmo pedidas nas escolas que participem os operadores de sistema elétrico, tipo REN ou EDP, quem é que consegue convencer as RENs por essa Europa fora a participar? (entrevista 12)

Os investigadores também identificam riscos associados às mudanças no sistema científico, que remetem que as mudanças não são desprovidas de controvérsia, mesmo em áreas de investigação mais direcionadas para o desenvolvimento tecnológico, e, portanto, com mais capacidade de encontrar oportunidades de financiamento na colaboração com a indústria. Por exemplo, este investigador confere um estatuto especial

às áreas de investigação em engenharia. As práticas de colaboração em áreas viradas para a produção de tecnologia, em que estas devem ser incentivadas, não devem servir de padrão para todo o sistema científico, com risco de deixar de financiar outras áreas científicas:

A gente ao generalizar pode correr grandes riscos de tirar do financiamento gente que também merece ser financiada. Temos de ter algum cuidado quando se faz estas coisas. Não se pode deitar fora com os olhos fechados. Temos de fazer isto com cuidados. (entrevista 1)

Ou este outro investigador que se refere aos dois modelos de produção de conhecimento como coexistentes e complementares:

Aquilo que, há dois tipos de investigação, uma investigação que as empresas devem fazer ou então contratar as Universidades para fazer, que é para fazer um produto, que é para resolver para amanhã. E aí, ou as ideias são boas ou não são boas, se forem boas dão resultados, se não forem boas morrem na praia. O mérito, a virtude, a grande virtude das Universidades, é que como temos liberdade total, as pessoas fazem aquilo que lhes dá na vontade. E há pessoas que trabalham em coisas que daqui a trinta anos vão salvar o mundo ou não e há outros que se preocupam com um problema pequenino, mas que ajuda a resolver um problema que a indústria tem amanhã. E por isso, não há áreas boas e áreas más. Eu pessoalmente acho que as minhas ideias são as melhores do mundo, como tenho a certeza que os meus colegas acham que as ideias deles são as melhores do mundo. Como estamos num mercado competitivo pelo financiamento, aí sou totalmente liberal. (entrevista 3)

Outro investigador salienta o papel da investigação fundamental, remetendo para a importância da contribuição dos investigadores para uma comunidade científica que produz conhecimento que pode posteriormente ser usado por empresas. É esperado que as práticas na investigação fundamental se aproximem mais de um modelo clássico de organização do trabalho científico, em que a investigação se faz sobretudo para contribuir para a discussão dos problemas definidos pela comunidade científica, mas o discurso introduz elementos de integração de uma ciência em contexto de aplicação, não na integração das necessidades do tecido económico no desenho da pesquisa, mas na

participação dos investigadores ligados à indústria na própria comunidade científica da área:

se a gente conseguir contribuir para a melhoria da tecnologia fotovoltaica. Acho que temos dado alguns pequenos; são grãos de areia, ninguém vai ganhar o prémio Nobel com aquilo que nós temos feito. Mas são pequenos contributos que se calhar vão realmente ter consequências. [...] O nosso trabalho insere-se numa comunidade científica, não é um trabalho que seja desligado do mundo real e está direccionado para isto. E a gente vai as conferências onde estão as pessoas que trabalham em termos científicos, que, nestes tópicos, englobam não só as grandes universidades por todo o mundo, como engloba também as empresas. Nós vamos a conferências onde as apresentações são feitas por pessoas de empresas. Desde Japão, Estados Unidos, França. Nós não temos empresas obviamente a trabalhar nestas áreas; o mercado é pequeno e não temos empresas com capacidade financeira para aguentar esta competição. Mas damos contribuição aí. (entrevista 9)

Embora os investigadores entrevistados mantenham uma posição entusiasta face à transição para um modelo de ciência mais direccionado para o impacto na sociedade, o discurso não é ausente de crítica. Existem diferenças importantes na forma como o tema da ligação à indústria é problematizado e quais são as fragilidades ou riscos inerentes às transformações que estão a ocorrer, mas mesmo os investigadores entrevistados mais bem posicionados para competir num sistema que valoriza cada vez mais a colaboração com a indústria mantêm uma postura reflexiva face a estas mudanças. Em particular porque a aplicação do modelo de prática científica mais articulado com a indústria tem consequências também nas práticas institucionais. Se, por um lado, os investigadores se identificam com o discurso que valoriza a transferência de tecnologia, estes também identificam a existência de aspetos de conflito entre o discurso e a prática das instituições ou entre lógicas de funcionamento diferentes dentro do sistema científico e tecnológico.

Em primeiro lugar, que existem divergências entre discurso da tutela, que incentiva a colaboração, e o principal instrumento de financiamento de ciência a nível nacional, a Fundação para a Ciência e Tecnologia. O financiamento de projetos está sobretudo dirigido para remunerar recursos humanos e tem um teto financeiro que torna difícil passar da fase de conceção da tecnologia para a construção de protótipos para ensaio:

Foi uma ideia que nos tivemos que tinha sido resultado de outros projetos que temos tido e então havia financiamento para fazer isto. Mas isto nem sempre acontece. Os projetos da FCT são pequenos para estas coisas. Para este tipo... Isto é mais ou menos transversal. A partir do momento em que se começa a construir. Todos os sistemas de energias renováveis têm uma turbina ou um sistema hidráulico. Não há outra maneira de transmitir a energia de fluidos para por qualquer coisa a funcionar. Tipicamente, ou há uma turbina ou há um sistema hidráulico ou há um gerador ou coisas desse género. Portanto, essas coisas são todas muito caras, não é propriamente um custo informático ou um algoritmo que se faz num computador. Não estou a dizer mal deles, não é isso. Há coisas que representam coisas caras, não lhes estou a tirar o mérito, não é nada disso. Só que a partir do momento em que nos começamos a construir coisas e a ensaiar não apenas académico no sentido de escrever papers. (entrevista 1)

A nível administrativo, os investigadores encontram também dificuldades em integrar empresas nos projetos da FCT:

Mas temos uma relação muito estreita, trabalhamos sempre com empresas, agora não quer dizer que sejam as empresas, na consultadoria são as empresas a liderar. Agora, às vezes, trazemos empresas. Temos um ou dois projetos da FCT com empresas e por exemplo, é um drama porque a FCT não está preparada para ter empresas lá, os relatórios financeiros não se conseguem fazer, as empresas não têm os dados que eles querem. É, isso não, não metam empresas em projetos da FCT, é o meu conselho porque eu devo ter sido a primeira e só foram sarilhos. (entrevista 12)

Em segundo lugar, os investigadores assinalam que as oportunidades de inovação, colaboração com empresas e empreendedorismo científico são limitadas pelo contexto nacional. Os investigadores sentem que o empreendedorismo científico em Portugal é constrangido pelas fragilidades económicas do próprio país, em que o acesso a capital de risco para financiamento de empresas de elevada densidade tecnológica é limitado:

Existem dificuldades gerais na criação de spinoffs. Existe um entrave enorme que é o acesso a capital. Mas aí não é a questão da falta de dinheiro em geral para a ciência, é um outro tipo de falta de dinheiro que é um outro problema geral do país. O país tem um problema de capital enorme em tudo. E depois as empresas spinoff acabam por nascer pequeninas demais e isso prejudica imenso a capacidade de conseguir sobreviver. [...] Nós estamos imediatamente a cortar os pés aos nossos projetos porque

temos uma debilidade nacional. E porque o país é débil, não é porque haja maldade, é porque o país é mesmo débil. Agora vivemos condenados neste momento a uma inevitabilidade de termos poucos recursos, o que dificulta. Esse é o maior problema, nem sequer é a burocracia. A grande dificuldade para a criação de novas empresas não é a burocracia. É a dificuldade de criar projetos bem financiados de raiz. (entrevista 7)

Por outro lado, o mercado nacional é raramente suficiente para suportar uma empresa start-up na área da energia:

Ou seja, é muito caro começar aqui porque você não tem mercado e é muito caro também você ir para o estrangeiro. Por exemplo uma empresa que já é internacional já tem o seu ramo de negocio, e abraça isto como sendo mais um ramo de negócio e aí as coisas de alguma forma você consegue vingar ou só sendo uma pequena empresa e muito difícil você sair. Não é como vender toalhas, você manda aquilo em caixotes. (entrevista 1)

Outra dificuldade é os buracos que temos no nosso próprio cenário empresarial e tecnológico. Nós precisávamos de ter muito mais empresas num patamar tecnológico muito alto, para poderem comprar serviços de empresas menores que também produzem tecnologias especiais [...], como parte do ecossistema económico. Ora a gente lança uma pequena empresa com uma ideia tecnológica genial, ninguém lhe compra aquela coisa porque não há quem compreenda aquela tecnologia que é avançada, e a empresa tem uma dificuldade enorme em sobreviver. A criação de um ecossistema tecnológico é absolutamente necessário e as nossas empresas não tem escala em muitos casos para poderem fazer isto. (entrevista 7)

A capacidade de financiar uma spin-off científica na área da energia fica dependente de captar o interesse das grandes empresas do sector, que no contexto nacional são as únicas organizações com os recursos necessários para suportar o desenvolvimento de uma empresa deste tipo:

A outra empresa, do ponto de vista tecnológico é muito mais inovadora, é uma ideia que vai salvar o mundo, que é fazer painéis, vai fazer painéis muito melhores e muito mais baratos, e descobrimos que é muito mais difícil do que nós pensávamos, ir buscar dinheiro, que logo nos primeiros seis meses, ganhámos logo um QREN com não sei quantos milhões, e toda a gente dizia que o venture capital ia entrar nisto à grande, e

não entrou. Aquilo que aconteceu foi que os do venture capital diziam, vocês pedem pouco dinheiro, dois ou três milhões não chegam, menos que dez não vale a pena estar a fazer isto. Depois com falamos com a EDP porque queríamos que fosse mais desenvolvimento nacional e a EDP disse que com certeza, mas queria que ficasse tudo para eles, e isso foi, o momento crítico foi, a EDP é demasiado grande na área da energia em Portugal. (entrevista 3)

Em geral, muitos dos investigadores entrevistados indicam que existem conflitos entre a estrutura de incentivos e os diferentes papéis da universidade. Em primeiro lugar, destacam o conflito entre importância da publicação de artigos revistos por pares em revistas internacionais para a progressão da carreira e as restantes dimensões do seu trabalho.

Considero que uma área como a engenharia, que é daquelas áreas, especialmente a engenharia mecânica, em que a colaboração com as empresas deveria ser acarinhada... fomentada mesmo. E isso devia ser de alguma forma valorizado, não tão valorizado como os papers, mas é quase desprezado. Acho que é uma diferença grande entre alguns países e nós. (entrevista 1)

Até agora, o nosso grupo, não está interessado muito nas patentes. Porque, como é que nós, ou medem o nosso desempenho como cientistas, através de produção científica. Isto é sempre um conflito que em cada projeto que nós estamos a desenvolver existe. Vamos publicar ou não vamos publicar? Se não publicamos fica mal porque o nosso curriculum fica mais pobre. (entrevista 2)

Não há um incentivo, por isso nós não ganhamos nada com isso, mas existe a perceção de que é uma coisa boa. Mas por exemplo, saiu agora a avaliação dos docentes, que é um Excel que nós temos que preencher com quatro colunas, e o empreendedorismo, por isso, formalmente não existe nenhum estímulo para o empreendedorismo. Por isso, eu andava a investir nisso do ponto de vista curricular, claro que não há nada (entrevista 4)

Este conflito é particularmente problemático quando os investigadores trabalham com vista à candidatura a uma patente. A publicação científica induz a uma divulgação célere dos resultados de investigação, enquanto a produção de uma patente assenta no

resguardar dos resultados até que estes se encontrem protegidos por um registo de propriedade intelectual.

Mesmo dentro do próprio projeto de investigação há dificuldade em aceder a alguns dados, o que é quase antinatural porque o interesse comercial associado, a plataforma funcionou muito bem, está a funcionar há cerca de um ano e pouco, e funcionou tão bem que todos reconhecem, todos os que estão no consórcio promotor daquilo reconhecem que tem grande valor, potencial. E princípios de investigação, desculpe a expressão, mas que se lixe a partilha de informação, eles estão todos preocupados é com o dinheiro todo que podem vir a fazer com aquelas plataformas por esse mundo fora. Eu se estivesse no lugar deles se calhar pensava o mesmo. Quer dizer, custa-me se não há um espírito em que se possa desenvolver o projeto que nos propusemos, mas, mas reconheço que há ali grandes interesses comerciais (entrevista 12)

Alguns dos entrevistados referem que o foco em algumas métricas, como o número de patentes, pode também criar incentivos errados, favorecendo a criação de patentes para satisfação a avaliação das carreiras ou das instituições, mas com pouco impacto a nível económico:

Infelizmente não. Esse é o grande calcanhar de Aquiles. E desprestigia a universidade. Para as funções que eu acho. Isto é o símbolo daquilo que lhes disse no princípio, que as pessoas fazem investigação porque lhes dá gozo. Porque se fizessem investigação para outros fins teriam o cuidado de patentear os resultados. Portanto, não há essa tradição em Portugal. E fazer-se uma patente em Portugal é raríssimo, em Portugal e em outro sítio. [...] E depois em Portugal, porque se da assim uns pinotes, as pessoas dizem "há submeti uma patente". Submeter uma patente não é ter uma patente. E quando se mete uma patente nos também gostamos de aldrabar, porque nos sentimos melhor. [...] E então eu ponho uma patente em Portugal. Ora, uma patente em Portugal serve para que? Diga-me... Nós não temos mercado. (entrevista 10)

Essa disciplina e o empreendedorismo que se fala é claramente um fator logo de alerta. A palavra empreendedorismo surgiu no nosso vocabulário a 10/15 anos. Antigamente não era falado e nos tivemos alguns grandes empreendedores em Portugal. Nesse conceito de empreendedorismo a palavra ficou gasta. Agora, até ficou tão gasta que foi necessário depois passar para uma segunda fase, que é demonstrar que quando se fala em empreendedorismo não estamos a falar do empreendedorismo de mercearia.

Estamos a falar de um empreendedorismo que cria exportações, ou que cria valor tangível. (entrevista 5)

O aumento da ligação à economia acarreta também o risco de desvio da missão da universidade e das instituições de I&D. O atual contexto de produção de conhecimento requer uma participação mais ativa das universidades na esfera económica, mas que se diferencia do tipo de investigação feita pelas empresas. Estes entrevistados referem como a busca de financiamento fora dos tradicionais mecanismos de financiamento de ciência traz um risco de diluir a fronteira entre os dois tipos investigação, académica e empresarial:

Quanto mais diversificados estivermos mais robustos estamos quanto às perturbações dos ciclos políticos, de financiamento, etc. Isto não é uma empresa de engenharia, é importante passar essa mensagem. Isto não é uma empresa de engenharia, aqui em simultâneo recebemos a avaliação internacional do ministério da ciência e estamos sistematicamente classificados no topo. Mas a lógica é que não há boa, sustentável transferência se não houver a retaguarda boa ciência e, portanto, para poder alimentar o canal da transferência continuamente nós temos de continuamente sustentar a boa ciência atrás, porque senão rapidamente é meramente uma organização de engenharia e que depois distorce a sua função social passando a concorrer contra empresas. Porque se está a fazer engenharia está a concorrer contra empresas que podem fazer engenharia. E em vez de cumprir uma função social de fazer subir na escala do valor acrescentado a nossa indústria, estamos pelo contrário numa concorrência desleal porque sempre argumentarão que também recebemos financiamentos de fundos públicos. Agora dessa procissão a gente não quer participar. (entrevista 7)

Ajuda a não fazer escolhas erradas daquilo que é o investimento do nosso tempo, uma coisa que depois não tem, não serve para nada, ou o contrário, também permite imediatamente ver que há coisas que não são para ser desenvolvidas neste contexto, podem ser desenvolvidas diretamente num contexto empresarial e não preciso para nada de estar, porque são mais ou menos, decorrem de uma prática de fabrico e empresarial que não tem nada que estar aqui metido e por aí fora. Portanto, é bom perceber essas coisas (entrevista 4)

Conclusão

Em conclusão, os investigadores mantêm, em grande medida, uma posição favorável face ao modelo de ciência em contexto de aplicação. A preocupação em produzir investigação com vista ao registo de propriedade intelectual e em colaborar com a indústria está disseminada entre os investigadores, o que é previsível para o que é sobretudo uma área de investigação em engenharia. No entanto, os investigadores mais ligados a áreas de investigação fundamental mantêm uma postura mais próxima do modelo tradicional de práticas científicas, embora com a introdução no discurso de referências à utilidade comercial da investigação fundamental.

Contudo, a emergência de certos aspetos de uma lógica de Modo 2 (Gibbons et al. 2008) não parece ser acompanhada de um reforço significativo da colaboração com o tecido económico, sobretudo tendo em conta o crescimento do volume da produção científica. A participação de empresas nacionais nos projetos dos programas-quadro europeus é bastante limitada, e esta falta não parece ser colmatada pelo financiamento da FCT. A pouca colaboração observada resume-se sobretudo a participações ocasionais, com a exceção de alguns elementos que mostram alguma participação mais regular, como o LNEG, o Laboratório do Estado dedicado às questões de energia, do lado do sistema científico, e a EDP, o principal produtor e distribuidor de energia nacional, do lado do setor privado. Quanto às causas para a fraca colaboração, os entrevistados confirmam o que é apresentado na literatura - as fragilidades da economia portuguesa dificultam certos tipos de atividade, em particular o empreendedorismo científico, e limitam a colaboração mais virada para a produção de inovação a um número limitado de empresas.

De forma similar ao que foi discutido no capítulo anterior para a colaboração científica, e confirmado através das entrevistas, nem todas as modalidades de colaboração deixam um rasto facilmente quantificável. A colaboração da academia com o setor privado inclui também serviços de consultoria e trabalhos de baixo nível de inovação, dirigidos a ajudar as empresas a atualizarem as suas operações, que não são propícios para a publicação de artigos científicos ou para registo de propriedade intelectual. No entanto, a combinação da atividade de publicação, de participação em projetos científicos e de registo de propriedade intelectual ajudam a traçar um panorama da atividade de colaboração mais dirigida à produção de conhecimento em contexto de aplicação.

VII

Responsabilidade Social da Ciência

Introdução

Os novos modelos de produção de conhecimento (Gibbons et al. 2008) descritos na literatura sugerem uma evolução no enquadramento da ciência na sociedade que inclui uma nova percepção das responsabilidades sociais da ciência. A conceção clássica de ciência radica numa certa autonomia da comunidade científica (Bourdieu 1991), que orienta o rumo da sua atividade por critérios próprios e determina os seus próprios métodos de controlo de qualidade. A atividade científica é guiada sobretudo por um conjunto de painéis de avaliação, que determinam a atribuição de verbas para projetos ou para a posições, revisores e editores, que avaliam artigos científicos, recrutados entre os membros mais proeminentes da comunidade científica.

Por seu turno, o modelo que supostamente tem vindo a emergir desde os finais do século XX assenta num maior escrutínio da atividade científica por parte da sociedade. Por um lado, devido a uma percepção daqueles que são os impactos da atividade científica por parte da sociedade em geral, seja na percepção dos riscos associados ao desenvolvimento tecnológico (Beck 1992), seja na percepção do impacto da tecnologia na melhoria das condições de vida - por exemplo na saúde ou nas comunicações - e no desenvolvimento económico (Castells 2011; Bell 1973). Neste sentido, emergiu um conjunto de expectativas sobre o papel da ciência que se tem vindo a manifestar na organização de um modelo de ciência em que a definição dos objetivos da investigação é partilhada com instituições externas à esfera científica.

A maioria do trabalho empírico nesta área tem focado sobretudo a dimensão institucional, mas têm surgido alguns trabalhos focados nas percepções dos investigadores que apontam para uma adoção parcial das práticas incluídas na descrição do Modo 2 (ver capítulo 1). Embora os investigadores não tenham alterado as suas conceções sobre as práticas de produção de conhecimento - metodologias, importância da revisão por pares

- os trabalhos empíricos indicam que os investigadores estão mais abertos a produzir investigação em temáticas socialmente ou economicamente relevantes (T. Shinn 2002; Rafols et al. 2012).

A mudança na perceção da responsabilidade social da ciência também se manifesta na prioridade que tem sido dada à comunicação de ciência para públicos não especializados, materializada por exemplo na Agência Ciência Viva, que desde a sua criação em 1996 tem mantido e promovido um conjunto de atividades neste âmbito que incluem entre outras, o apoio a uma rede de centros de ciência, um programa de atividade científicas no verão e um programa de estágios em instituições de I&D para estudantes do ensino secundário (Costa et al. 2005; Delicado 2006; Cristina Palma Conceição 2011). No caso das energias renováveis a divulgação assume particular relevância, uma vez que as energias renováveis são uma das componentes de um programa político de transição energética e a sua implementação não é isenta suscitar controvérsias (Wolsink 2007; Devine-Wright 2005; Delicado, Figueiredo, e Silva 2015).

Este capítulo procura dar conta destas dimensões da atividade científica, a partir de um conjunto de entrevistas semiestruturadas a investigadores a trabalhar em energias renováveis. Numa primeira parte explora-se a perceções dos investigadores sobre o papel da ciência e a suas responsabilidades para com a sociedade em que se inserem. Em seguida analisam-se as perceções dos investigadores sobre a forma como o trabalho científico é avaliado. Por último, olha-se para as práticas e perceções na área da divulgação científica para o público em geral.

Reflexividade e responsabilidade social da ciência

Esta discussão não pode ser desligada das especificidades da universidade portuguesa. A conceção de um sistema científico moderno em Portugal é relativamente recente. Como apontam Oliveira (2000) e Gonçalves (2000) a existência de um regime conservador em Portugal durante grande parte do século XX não permitiu o desenvolvimento da universidade enquanto instituição virada para a investigação científica, mantendo-se sobretudo focada na missão de formação para satisfazer a necessidades do país em profissionais qualificados - médicos, engenheiros, professores. A produção científica era mais produto da iniciativa individual de alguns docentes do que

uma dimensão fundamental das suas funções, e a alocação de recursos era gerida fundamentalmente pelas suas funções de ensino.

Neste sentido, a ideia de uma carreira de docente de ensino superior, com uma progressão assente na produção científica, que se desenvolveu no mundo ocidental ao longo do século XX e que é associada ao modo 1 ou ao modelo clássico de universidade é em si mesmo uma introdução recente em Portugal, que se foi desenvolvendo nas décadas seguinte à instituição da 3ª República e sobretudo com a entrada na então Comunidade Económica Europeia, e consequente integração no Espaço Europeu de Ciência. É neste contexto que começam a ser formadas unidades de I&D com o intuito de organizar a investigação dentro das universidades. A integração no 5º Programa-Quadro para a Investigação e Desenvolvimento Tecnológico vai introduzir os investigadores portugueses a concursos regulares de financiamento de investigação, que são posteriormente complementados pela introdução de concursos regulares de projetos por parte da FCT em 1996. A introdução de sistemas de financiamento abarcou também as instituições de I&D, que, a partir de 1994, começam a receber financiamento com base num esquema de avaliações periódicas às suas atividades. Em 2011, este sistema de financiamento é substituído por outro baseado na generalização de financiamento programático às unidades de I&D com base na avaliação de um projeto de organização próprio, dividido em duas fases. Inicialmente, é atribuído financiamento de base a todas as unidades com avaliação positiva e em seguida, as unidades mais bem avaliadas continuam para uma nova ronda para a atribuição de financiamento complementar. Os elementos de responsabilização da ciência identificados como fazendo parte do modo 2 estão a ser introduzidos de forma quase simultânea no sistema científico português com aqueles baseados numa ideia da universidade como centro de investigação.

Hellstrom e Jacob (2000) enquadram a adesão de investigadores a uma ideologia de tipo modo 2 como uma questão de classe, em que os jovens investigadores contratados contestam a legitimidade do próprio sistema que os deixa de fora das posições com a acesso a maior estabilidade laboral, a recursos e poder de decisão no interior da universidade. E embora alguns elementos desta oposição possam ser encontrados na emergência de um movimento associativo ligados aos investigadores contratados em Portugal (Junqueira 2013), esta oposição não tem a mesma componente de oposição ao estatuto epistémico da ciência porque a introdução da ideia do académico enquanto produtor de investigação científica é relativamente recente em Portugal.

O discurso dos investigadores sobre a responsabilidade do sistema científico divide-se, por um lado, num discurso sobre quais são as responsabilidades da ciência enquanto instituição - e diretamente ligada a esta o da missão das instituições onde se faz ciência, em particular a universidade - e por outro, o discurso sobre a responsabilidade individual dos próprios investigadores.

A questão da responsabilidade social da ciência é produto, em grande medida, do crescente reconhecimento do impacto da ciência nas sociedades contemporâneas. A segunda metade do século XX é profundamente marcada por uma consciencialização da sociedade para o potencial destrutivo da tecnologia, começando nos movimentos contra a proliferação nuclear no pós-guerra e mais tarde nas preocupações sobre o impacto da tecnologia no planeta, que começam a ser levantadas pelo movimento ambientalista a partir dos anos 1970. No novo contexto de produção científica, não há uma separação tão clara entre o trabalho científico e seus impactos na sociedade.

As energias renováveis estão ligadas às questões do risco ao serem apresentadas como solução tecnológica para resolver os problemas de abastecimento energético criado pelo próprio desenvolvimento tecnológico e embora a literatura tenha encontrado um conjunto de controvérsias públicas em torno das energias renováveis (Wolsink 2000; Batel e Devine-Wright 2015; Delicado et al. 2015) estas enquanto tecnologia são vistas como relativamente inócuas (Delicado et al. 2014). Portanto, aqui a questão da responsabilidade da ciência remete não tanto para as potenciais consequências negativas, mas sobretudo para a percepções da ciência no contexto da sociedade do conhecimento, em que o conhecimento científico e a inovação são enquadrados enquanto espectro fundamental da competitividade económica num mundo globalizado. Esta ideia é partilhada por muitos dos entrevistados, que designam a produção de conhecimento socialmente útil como uma obrigação moral da ciência enquanto instituição suportada diretamente por financiamento público:

nestas áreas, na engenharia, temos obrigação moral, porque é o estado que nos paga, a nossa vida e os nossos salários. Temos uma obrigação moral, uma responsabilidade civil de transformar o conhecimento em utilidade. (entrevista 7)

[...] e no fim de contas quando uma pessoa faz investigação, e para que? É uma coisa que me aflige. É o respeito, também gosto que me respeitem. ‘Isto dá-me um gozo do caracas’ é uma frase que eu não gosto. Porque as pessoas se esquecem que há não sei

quantos milhões de pessoas que me estão a pagar o salário e que não gozam nada.
(entrevista 9)

Ou este outro, que refere a necessidade de a ciência se adaptar a uma sociedade mais informada e por isso mais exigente com o papel da ciência na sociedade:

E esses saltos quânticos de grande amplitude para o conforto das pessoas são cada vez mais julgados ao detalhe pelos utilizadores. O que até aqui não aconteceu. Até aqui as pessoas eram ignorantes, desculpe o termo, compravam tudo aquilo que se lhes vendia. À medida que uma pessoa vai tendo cultura, e vai tendo cada vez mais conforto, a pessoa não desiste deste conforto. [...] E isso é uma dinâmica normal das sociedades. E, portanto, as pessoas são cada vez mais exigentes com aquilo que querem e com o conforto que as coisas dão. (entrevista 9)

Ainda, muitos dos entrevistados vêm de forma positiva a introdução de novos elementos na avaliação das candidaturas a financiamento de projetos, direcionados a enquadrar também os seus impactos para além do seu output estritamente científico:

E daí que nessa questão da investigação não só a aplicada. Até a investigação mais fundamental, mais teórica. Existe uma preocupação na elaboração do projeto. Se olhar para uma proposta ou para uma minuta de projeto da FCT da União Europeia, há requisitos relacionados com os custos e benefícios e com os outputs. (entrevista 5)

A FCT devia fazer e isso é muito notório. Os investimentos que tem deve saber o que estes geraram ou criaram. Saber o que é, porque não é só gastar dinheiro, uma pessoa tem que saber para onde é que esse investimento foi e o que é que gerou. O que é que isso gerou em termos de tecnologia? O que é que isso gerou em termos de impacto para o cidadão? Aquilo que hoje em dia é uma espécie de dicotomia entre a pessoa que investiga e os resultados que produz; isso é insustentável. E os impactos humanos? E os impactos sociais? Ou seja, a função social da investigação tem que se alavancada nos projetos. Você não pode só fazer um projeto que só faz ciência e tecnologia. Tem que ver os impactos sociais. e essa dimensão é cada vez mais marcante nas nossas vidas.
(entrevista 9)

De forma mais geral, há uma crítica explícita à conceção clássica da autonomia científica por parte destes investigadores, em que a direção da ciência é sobretudo guiada

por dinâmicas internas à comunidade científica - em última instância, os problemas relevantes são definidos por quem avalia o trabalho científico e toma decisões sobre o seu financiamento ou publicação, e que geralmente são outros investigadores. Para os entrevistados, a atividade científica é concebida como estando ao serviço dos interesses da sociedade, como nas palavras deste investigador que identifica uma ciência não engajada no mundo que a rodeia como desadequada ao mundo contemporâneo:

O que interessa é nós fazermos coisas que dêem conforto e cada vez mais as pessoas têm que compreender que a investigação em si mesma, [...] é evidente que nós precisamos na mesma das bases, isso é fundamental, ninguém faz nada sem isso. Mas cada vez mais tem que haver um leitmotiv, tenho que ter uma estratégia, tenho que ter uma visão de futuro e fazer as coisas só porque me dá gozo, isso era interessante no século XVIII, no século XIX, até meados do século XX, hoje em dia esse já não é o paradigma. (entrevista 10)

Uma das ideias que sobressai desta discussão é a da direção da ciência, que é, em parte, produto da organização do financiamento para a investigação. O modelo clássico de organização da ciência assenta numa distribuição em largo espectro do financiamento pelas diferentes áreas disciplinares e a direção da investigação fica, em grande medida, entregue às prioridades particulares de cada área científica. Por oposição, a literatura (Schall 2013; Hessels e van Lente 2008; Bellotti 2012) aponta a emergência de uma organização de tipo estratégico, em que o financiamento é atribuído de acordo com objetivos específicos, que vão de encontro a necessidades sociais particulares.

A linha mantida pela tutela em Portugal tem sido sobretudo de atribuir um financiamento de base a todas as áreas científicas. O crescimento do volume de financiamento da FCT para projetos e bolsas de investigação tem, em grande medida, mantido a sua distribuição disciplinar. A tutela tem mantido algumas instâncias esporádicas de financiamento programático, como o caso das instituições de I&D com estatuto de Laboratório Associado, que eram financiadas para manter linhas de investigação consideradas de interesse público e mais recentemente os programas de cooperação com universidades Americanas (MIT Portugal, CMU Portugal) que se focam em formação e investigação em áreas temáticas específicas. O sistema científico português mantém também um conjunto de laboratórios de estado, muitos deles em sob tutela conjunta do ministério da ciência e outros ministérios, que tem por objetivo

produzir investigação em áreas de interesse nacional. No caso particular da energia, já foram referidos o Instituto de Energia e Geologia como laboratório associado na área da energia e a linha de investigação e formação em sistemas de energia sustentáveis do programa MIT Portugal.

A ideia de financiamento estratégico não é, portanto, totalmente nova no sistema científico nacional. O financiamento estratégico está também presente no sistema científico português através do financiamento dos programas-quadro europeus para a ciência, que estão organizados, em larga medida por objetivos estratégicos, em particular no programa Horizon 2020, em que o financiamento da investigação está estruturado em torno de seis “desafios sociais”, entre os quais “Energia segura, limpa e eficiente”.

A ideia de financiamento estratégico da ciência é frequentemente referida pelos entrevistados. Por um lado, alguns colocam-na como um problema crónico da investigação em Portugal:

E a área da investigação científica é algo que, do meu ponto de vista, [...] eu acho que em termos atuais não há grande programação no país. Não são definidas linhas estratégicas em que se diga assim, por exemplo, energia renovável, e uma linha estratégica para o país? Se for, vamos então dizer e uma linha estratégica não só enquanto esta um determinado governo no poder. É isso que significa ser uma linha estratégica. (entrevista 9)

Esta ideia de financiamento estratégico pode tomar contornos particulares em certos contextos nacionais. Em caso de países com uma dependência crónica de sectores económicos de baixa densidade tecnológica, a ciência e tecnologia é enquadrada enquanto estratégia de convergência com os outros países ocidentais, em particular no contexto europeu (M Gulbrandsen e Langfeldt 2004). Este investigador destaca o papel da investigação na alavancagem do tecido económico de um país que para todos efeitos, tem recursos limitados:

o que nós precisamos hoje, precisamos de investimento, de desenvolvimento da economia, de crescimento, etc., e nós deveríamos estar a fomentar isso, tendo o bom senso, provavelmente, de quase pela primeira vez escolher algumas áreas para centrar, como temos poucos recursos. A ajuda ou a capacidade de desenvolver a economia pode acontecer à custa de alguns sectores, que nós escolheríamos como estratégicos, e a energia é precisamente um deles, as energias renováveis. (entrevista 4)

Este discurso não pode ser desligado do percurso das energias renováveis em Portugal e na Europa. Como referido no capítulo 3, a transição energética para fontes renováveis tornou-se uma clara prioridade a nível político e de interesse para a sociedade, com uma forte presença nos media (Delicado et al. 2015). Alguns dos entrevistados dizem-se investidos na ideia de trabalhar numa área de investigação que é alvo de atenção por parte da sociedade:

Que uma pessoa sentir que trabalha naquilo que é uma área estratégica nacional, de facto, é muito positivo. Do ponto de vista dos alunos, da motivação e de termos melhores alunos e pessoas super interessadas, também, porque eles sentem-se mais motivados, porque acham que fazem parte de uma estratégia nacional, que são o futuro, e por isso, vamos buscar melhores alunos e eles estão mais motivados. (entrevista 3)

Eu primeiro que tudo decidi que queria mudar de área. Queria mudar para uma coisa que estivesse mais ligada com a sociedade e com o dia-a-dia, ou onde fosse mais fácil ver a ligação. [...] E atraiu-me bastante por várias razões. Uma delas é que o tema da energia, especialmente naquela altura, em 2007, estava muito em voga. Via-se muito o impacto da energia renovável, havia vários investimentos planeados e havia vários planos para melhorar a sustentabilidade de diferentes regiões. (entrevista 8)

Controlo de qualidade e avaliação dos investigadores

As mudanças na ciência identificadas na literatura passam também pela introdução de novas formas de controlo de qualidade. No fundo, o que determina produção científica de qualidade. A ideia sustentada pelos proponentes destas novas formas de organização do trabalho científico é que estamos a assistir a um abandono do modelo em que a qualidade era sobretudo determinada por outros investigadores (pares) usando critérios definidos no interior das próprias disciplinas científicas. É um sistema baseado sobretudo na revisão por pares de artigos científicos e em júris de avaliação de projetos compostos por investigadores.

O modelo que está a emergir assenta num diversificar dos critérios de controlo de qualidade, que passam a incluir não apenas o rigor académico e os interesses disciplinares da comunidade científica (Hellstrom e Jacob 2000; Nowotny, Scott, e Gibbons 2003).

Portanto, a definição do que é classificado como bom trabalho científico, e de quem define os critérios para a sua avaliação tem vindo a sofrer alterações. Este é um dos aspetos mais contestados destas transformações. Os trabalhos empíricos focados nas perceções dos investigadores sobre as mudanças nos critérios de avaliação têm mostrado poucas alterações neste sentido. Os investigadores continuam sobretudo a referir-se aos seus pares na comunidade científica como os árbitros da qualidade da produção científica.

Mas esta fica limitada à definição de qualidade que diz respeito à definição de quais são os métodos científicos apropriados e não tanto à escolha dos temas de investigação, que se mostra mais permeável à introdução de novos critérios. Portanto, apesar de a validação dos métodos apropriados continuar a ser em grande medida um monopólio da comunidade científica, a direção da investigação é reconhecida como estando mais aberta ao valores e interesses de outros atores. Ao procurar o reconhecimento destes novos acores, a ciência molda-se também aos seus critérios de qualidade, não tanto a nível epistemológico, mas a nível da definição dos temas de investigação relevantes.

A literatura identifica também a alteração da gestão do pessoal ligado à investigação e a introdução de novos sistemas de avaliação individual do trabalho científico (Santiago, Carvalho, e Ferreira 2013, 2014; Jacob 2000; Kleinman e Vallas 2001). O aumento dos recursos humanos dedicados a I&D e a introdução dos mecanismos de financiamento competitivos levam a adoção de novas lógicas de gestão do trabalho e das carreiras. Alguns dos entrevistados mostram uma afinidade a um aumento da responsabilização individual dos investigadores. Por um exemplo, este identifica a ausência de mecanismos de prémio do mérito individual nas carreiras dos professores universitários com um sistema antiquado:

O modelo de gestão tradicional da universidade clássica é zero de prémio para o mérito... tanto ganha o professor incompetente como o mais dedicado e competente. O salário é absolutamente igual. E o incompetente só precisa de dar 9h de aula e sabe-se lá se as dá bem. E o dedicado tem que dar as 9h de aula e fazer investigação e extensão. E no final, no sistema clássico e na visão ideológica, conservadora, dinossaurica, são funcionários públicos devem receber o mesmo. (entrevista 7)

Ou, este outro, cujo discurso reflete a ideia de que a competitividade é importante como estímulo à produtividade. A ideia da estabilidade das carreiras científicas como

garante da liberdade académica surge aqui substituída pela introdução de outros valores assentes na promoção da excelência científica pela avaliação:

Porque quando uma pessoa que esta a fazer investigação se está na zona de conforto e acha que já tem tudo feito. Essa pessoa não deve ser investigadora, deve abandonar. [...]. É muito importante na investigação que haja remodelação e cada vez haja pessoas mais novas a entrar e isso é antagónico ao conforto das pessoas. E se você é daqueles gajos que está na cadeira, abre os braços e agora mais ninguém aqui se senta. E esse é o espírito, está a perceber? É esse o espírito que uma pessoa tem que vencer. (Entrevista 10)

O atual contexto institucional promove a procura de novas fontes de financiamento por parte das universidades. Apesar de a tutela continuar a ser o principal meio de financiamento da investigação, seja através do orçamento das universidades, seja através de financiamento competitivo, o novo contexto promove uma maior diversidade de atores envolvidos no financiamento. A tutela tem criado alguns mecanismos de promover este tipo de participação, sobretudo de empresas, na atividade científica, como o concurso permanente de bolsas de doutoramento em empresa criado em 2004, que permite financiar formação avançada em contexto empresarial. Há alguns exemplos deste tipo de processo na área das energias renováveis em particular. O capítulo 6 já mostrou a participação de investigadores de algumas empresas de energia como coautores em publicações científicas nesta área. Mas há também a inclusão de empresas no programa MIT para o acolhimento dos estágios previstos nos programas doutorais e o financiamento de uma cátedra de Energias Renováveis pelo Banco Espírito Santo, que se mantém apesar de ter perdido a ligação ao BES/Novo Banco durante o processo de reestruturação.

O acesso a este financiamento assente na colaboração das empresas requer a sua inclusão na decisão sobre que trabalho científico tem condições para ser desenvolvido. Os entrevistados têm consciência do impacto deste envolvimento e da necessidade de adaptação do próprio trabalho académico aos valores do tecido empresarial:

E daí que nessa questão da investigação não só a aplicada - até a investigação mais fundamental, mais teórica - Existe uma preocupação da elaboração do projeto. Se olhar para uma proposta ou para uma minuta de projeto da FCT da União Europeia há requisitos relacionados com os custos e benefícios e com os outputs. E é muito mais fácil

cativar as empresas a participar num projeto se os outputs tiverem completamente definidos. (entrevista 5)

A comunidade científica usa frequentemente termos cujo sentido nem sempre é perceptível ou que invocam significados e percepções diferentes junto do público não especialista. Este investigador refere a necessidade da sua instituição em mudar a linguagem de forma a torná-la mais acessível a potenciais parceiros industriais:

nos anos 90 tivemos combinamos todos aqui dentro que era proibido falar em robótica e proibido falar em inteligência artificial... os empresários levantavam-se da cadeira, cumprimentavam e iam embora. Então combinamos não, não falamos de robótica falamos em automação. Não falamos de inteligência artificial, falamos de sistemas de ajuda à decisão. Bom e começaram a aparecer uns contratos. A gente falava em robótica. "nós não queremos ficção científica, queremos uma coisa com os pés na terra, os senhores estão a pensar muito alto" e saiam da porta. Portanto nós é que tivemos de aprender. (entrevista 7)

Esta diversificação dos intervenientes na determinação do que é ciência de qualidade e que por isso deve ser apoiada, não se compatibiliza necessariamente com a organização da universidade e das carreiras científicas. A produção de artigos para as publicações especializadas mantém-se o foco da avaliação do trabalho dos investigadores, em contradição com um discurso político que valoriza a transferência de tecnologia e a interação fora do contexto académico (Meyer et al. 2005). Os investigadores entrevistados identificam esta contradição:

Até agora, o nosso grupo, não está muito interessado nas patentes. Porque, como é que medem o nosso desempenho como cientistas? Através de produção científica. Isto é sempre um conflito que em cada projeto que nós estamos a desenvolver existe. Vamos publicar ou não vamos publicar? Se não publicamos fica mal porque o nosso curriculum foca mais pobre. (entrevista 2)

E a necessidade de introduzir novos elementos numa avaliação de carreiras que não valoriza de forma suficiente outras dimensões do trabalho científico:

A motivação não é enriquecer, com isto nunca vamos enriquecer, mas eu julgava que isto de desenvolver transferência para a sociedade, através de empresas e criar emprego e não sei quê. E descobri agora, quando preenchi o meu primeiro inquérito de avaliação de docentes, que afinal isso não é valorizado. Por isso, a avaliação tem impacto, é a única coisa que tem impacto na minha produção salarial, para além de concursos que eventualmente eu possa vir a concorrer. A mensagem muito forte é, não vale a pena perder tempo com isso. Claro que as coisas que eu faço não é por causa da avaliação e por isso continuaremos a fazer, mas, mas há aqui sinais contraditórios. (entrevista 3)

Outros entrevistados referem que a própria avaliação deveria reconhecer os diferentes papéis da universidade e avaliar os investigadores segundo diferentes perfis:

O mérito, a virtude, a grande virtude das Universidades, é que como temos liberdade total, as pessoas fazem aquilo que lhes dá na vontade. E há pessoas que trabalham em coisas que daqui a trinta anos vão salvar o mundo ou não e há outros que se preocupam com um problema pequenino, mas que ajuda a resolver um problema que a indústria tem amanhã. E por isso, não há áreas boas e áreas más. Eu pessoalmente acho que as minhas ideias são as melhores do mundo, como tenho a certeza que os meus colegas acham que as ideias deles são as melhores do mundo. Nisso sou completamente liberal (entrevista 3)

em termos de política do ensino superior julgo que deve ser muito mais relevada a questão do resultado para a sociedade ou, então, que seria de certa maneira mais lógico era determinar o perfil do investigador. Ou seja, saber que não é penalizado mesmo dentro de uma instituição de ensino superior se for um excelente docente e não tiver capacidade para investigar. E se não for penalizado se só for investigador e não lhe exijam dar aulas. O que acontece é que as pessoas têm de andar com o pé em todo o lado e muitas vezes não tem pressionados pelo tempo nem imaginam. Quem ganha projetos de investigação são docentes que estão associados a unidades de investigação que por si só tem 7, 8, 9 funcionários que na altura de submissão do projeto só trabalham nisso. E, portanto, recebem informação dos investigadores e vão compilando porque não é fácil porque uma pessoa dá aulas, uma pessoa investiga, orienta. (entrevista 5)

Alguns dos entrevistados indicam algumas causas para este desfasamento entre discurso e as práticas de avaliação. Um dos entrevistados identifica uma cultura nacional

ainda demasiado próxima de ideologia de valorização da investigação pura sobre a investigação aplicada:

O que acontece em termos de investigação em Portugal é haver pouca margem de progressão. Existe um problema que nós temos claramente o nosso foco em termos de avaliação dos concursos na parte da investigação e, portanto, isto leva a que a pessoa despreze uma componente que é desprezada por si só no âmbito dos concursos que é a transferência de conhecimento e de tecnologia para a sociedade. [...] convém referir neste contexto a diferença entre ciência e tecnologia. Ou seja, a ciência e investigação pura, a tecnologia e o uso da ciência para benefício da sociedade. No âmbito da UE estamos claramente numa investigação tecnológica, enquanto Portugal, mesmo sendo um elemento da EU, ainda esta, daí que se consigam muito mais facilmente projetos, e difícil e são poucos os projetos que são aprovados na UE, mas de investigação aplicada com indústria são muito mais na UE porque está num patamar do benefício para a sociedade. (entrevista 5)

Outro entrevistado refere a emergência de uma obsessão (uma “bibliometromania”) pela publicação científica enquanto elemento de avaliação:

A ciência não financia isso e depois vem nos regulamentos então vamos avaliar o professor porque se publicou 5 artigos é melhor que o professor que publicou 4. A obsessão bibliométrica ou a bibliometromania que é doentia porque também é um refúgio para certos incompetentes, para certas incompetências para compreender a dimensão completa de conhecimento a valor. Esse refúgio é agradável, renunciam à sua missão social de transformar a sabedoria em valor que dá relevância social à ciência. (entrevista 7)

A questão da responsabilidade social da ciência passa também pela comunicação de ciência para o grande público. Tomando como exemplo as iniciativas promovidas pela Agência Ciência Viva, a principal (mas longe de ser única) promotora de atividades de divulgação científica em Portugal, destaca-se, por exemplo, o Concurso Solar Padre Himalaya, realizado entre 2004 e 2006 e destinado a escolas do ensino básico e secundário. Com o objetivo de sensibilizar os alunos e professores para os problemas causados pelo uso de combustíveis fósseis, propunha-se a construção de vários dispositivos alimentados por energia solar: relógios, fornos, carros, coletores solares

térmicos. Na sequência deste concurso foi também promovido o rali solar (2009/2010), que consistiu na apresentação de protótipos por escolas do ensino básico, secundário e profissional na área da energia solar, nos domínios da conversão fotovoltaica, aproveitamento térmico ou produção de biocombustíveis. No âmbito do Programa MIT acima referido, a Agência Ciência Viva desenvolveu a ação professores MIT Vão à Escola (2006-2011), sendo as energias renováveis um dos três temas centrais dos debates com os especialistas norte-americanos.

Este contacto com um público não especializado é algo que os investigadores de forma geral valorizam como parte da missão da universidade:

Mas ao público em geral também fazemos, em seminários, é uma coisa que temos que dosear a nossa atividade, para estar a preparar apresentações para os seminários é uma coisa que é *time consuming* e que não é a nossa verdadeira missão, mas também é parte da nossa missão e nós sempre que podemos, vamos. (entrevista 12)

Essa é uma questão hiperrelevante. Eu faço parte de uma sociedade europeia. E nós achamos que é necessária cultura e passar a mensagem da investigação e do impacto que ela pode ter na nossa vida é muito importante. E para passar essa informação é necessário saber educar as pessoas. E ao educarmos a pessoa eu tenho de comunicar na linguagem que elas sabem, e a linguagem que elas sabem é a língua materna. (entrevista 10)

Mas os entrevistados revelam uma diversidade de nível de envolvimento nesta área. Em alguns casos as atividades de divulgação são uma prática recorrente que mantém deste tipo de atividades desde uma fase inicial da carreira:

Não, começou era eu bolseiro, ainda, em 95, tive de ir a Coimbra porque haviam estágios de verão ou coisas nesse género. E eram estrangeiros que estavam cá a fazer um estágio em renováveis, no verão, na parte da fotovoltaica. Fui lá a Coimbra, uma manhã. E eu e outros temos feito isso repetidamente, onde é necessário, onde somos chamados (entrevista 11)

Outros referem um interesse em manter práticas de divulgação, mas fazem-no de forma pontual:

Tenho algumas. O tempo também não é muito, mas sim, sim. Posso dizer que a [empresa] fez um evento enorme sobre a eficiência energética. Foram 3 ou 4 dias. Num dos dias foi dedicado ao ensino e ao ensino universitário. Modéstia a parte, fui eu que colaborei com eles na organização dessa parte. Também tenho participado numas coisas da Ciência Viva. Não sou assim dos mais ativos, mas sempre que posso vou fazendo umas coisas. (entrevista 6)

No outro extremo, alguns dos investigadores declaram não ter aptidão para este tipo de atividades:

Eu não tenho o perfil de pessoa para estar a fazer uma enorme divulgação, para uma enorme plateia e seja daquelas pessoas que fale com todo o à vontade e consiga cativar uma plateia. E ter o dom de conseguir explicar as coisas da forma mais simples e realmente conseguir fazer isso. [...] Às vezes surge uma ou outra oportunidade de coisas pequenas. A única coisa de divulgação que se pode referir que eu tenha feito são coisas a nível de escolas de Verão e coisas desse género em que os alunos do liceu vêm aqui e organizam-se atividades. Uma pessoa vai tendo alguma participação aí, mas não muito mais que isso. (entrevista 9)

A nível de motivações de contacto com o grande público, muitos dos investigadores referem um interesse geral em informar os públicos não especializados:

Há bocadinho estava a contar que trabalhava em física do espaço, antes disso trabalhei em partículas elementares e no trabalho com partículas elementares não falava de trabalho, claro. Quando trabalhei em física do espaço mentia às pessoas e dizia que era astronauta, que era para poder conversar com as pessoas. Com as renováveis toda a gente puxa a conversa para renováveis, de facto exista uma grande vontade de aprender e é uma área que é bastante confusa, pouco transparente e com muita entropia criada. Já não é simples, mas, na comunicação social complicam com diferentes agendas e por isso sinto que há uma necessidade disso e por isso tento satisfazer essa necessidade. (entrevista 3)

Contudo, é necessário ter em consideração a proeminência social das energias renováveis, que tem como consequência uma certa sobreposição entre aquilo que é estritamente divulgação científica e a educação ambiental. A divulgação científica

enquadra um projeto de promoção da ciência na sociedade, mas neste caso a divulgação científica surge também como suporte a um projeto político, a transição energética.

Embora a divulgação seja em grande medida enquadrada pelos entrevistados enquanto uma passagem neutra de informação ou até de *empowerment* do público, esta tem subjacente uma lógica de comunicação de perito para público não especializado e o intuito é o de persuadir o público para aquilo que, na perspectiva dos investigadores, é relativamente não controverso - a transição para as energias renováveis.

Informar para quê? Para que depois as pessoas possam decidir bem e que possam ser parte da decisão, porque o que está a acontecer hoje é as coisas vão acontecendo porque alguém decide que assim é, sem que o cidadão tenha sido nem ouvido nem achado, e não há razão nenhuma para isso, antes pelo contrário, o cidadão devia ser ouvido e achado, porque se o cidadão perceber o que se passa, o cidadão vai estar de acordo, com certeza, com as formas de atuar que são as, que acabam por ser as formas de atuar mais equilibradas e aquelas que vamos acabar por ter no futuro. (entrevista 4)

Mas alguns dos investigadores consideram a divulgação como pouco valorizada e com falta de um enquadramento em termo de incentivos:

Poderíamos fazer mais, nós poderíamos fazer mais. Para esse tipo de público, mas depois também estamos naquela equação de o esforço de divulgação, que é uma missão nobre, tem custos e dificuldade em financiar e nos vivemos também na necessidade de fazer atividades que tragam dinheiro e não há facilmente acesso a um financiamento que suporte esse tipo de custos. E as pessoas esquecem-se que o maior custo é o recurso humano. Já ouvi esse argumento, mas eles já recebem salário dos professores? A resposta é simples, o professor cada hora que ele está com os meninos é uma hora que não está a trabalhar num projeto que traz dinheiro. Portanto, tem custos, muitos custos. E quando não há um mecanismo de financiamento à divulgação de ciência ficam mais difíceis as opções. (entrevista 7)

Em particular num contexto em que se exige às instituições que diversifiquem as suas fontes de financiamento:

Pois, mas o problema hoje em dia é que, como se quer que as instituições sejam rentáveis, portanto, que tenham o menor peso para o estado possível. O

dinheiro tem que vir de algum lado, portanto, esse tipo de coisas tem que ser salvaguardado obviamente, normalmente salvaguarda-se alguma divulgação científica, mas sempre, fica sempre dependente da, de quem contratou o serviço. Isso é sempre, é uma das máximas que fica logo no contrato. (entrevista 11)

Conclusão

Em conclusão, os investigadores entrevistados rejeitam, em grande medida, a conceção clássica de ciência enquanto instituição autónoma da sociedade. A ideia prevalecente é que estamos perante um novo contrato social (Gibbons et al. 2008; Etzkowitz e Leydesdorff 2000b; Etzkowitz 2003b) entre ciência e sociedade, que imbui a atividade científica de um conjunto de obrigações para com o meio que as rodeia. Os entrevistados invocam uma obrigação para produzir conhecimento útil para quem os financia e uma sociedade mais qualificada e mais disposta a escutinar os resultados e impacto do investimento feito em ciência. Neste sentido, o papel da ciência na sociedade deve ser refletido na forma como esta é organizada, devendo ser direcionada de forma estratégica para objetivos de interesse socioeconómico.

A adesão dos investigadores a uma lógica de abertura da ciência também se revela no seu discurso sobre a divulgação de ciência, que enquadram não só como parte do seu trabalho, mas também enquanto dever de dotar o público não especialista de informação que lhe permita lidar com as controvérsias em torno das energias renováveis.

Os entrevistados refletem também as novas formas de controlo de qualidade que têm vindo a ser introduzidos nos sistemas científicos (Gibbons et al. 2008). Em primeiro lugar, na gestão das carreiras dos investidores e docentes universitários com a introdução de critérios de avaliação que promovam a produção de trabalho científico de qualidade. Em segundo na introdução de critérios exteriores à universidade, uma vez que o novo paradigma de atividade científica, em que se espera que as equipas de investigação procurem financiamento fora dos habituais mecanismos de financiamento público de ciência, obrigam à adoção novas práticas na apresentação de projetos e de novo vocabulário que permita comunicar com os novos intervenientes no campo científico.

Contudo, os investigadores identificam problemas decorrentes da incompatibilidade entre a lógica do trabalho académico e a da colaboração com outros

sectores da sociedade, que se traduzem em incentivos incompatíveis. Em primeiro lugar, na incompatibilidade entre a publicação científica, que depende da divulgação rápida de resultados do trabalho, da proteção de propriedade intelectual. Em segundo, e acima de tudo, na predominância da publicação de artigos científicos nos modelos de avaliação dos investigadores, que desencorajam a outras práticas como a colaboração com a indústria, o empreendedorismo científico e a divulgação científica para públicos não especialistas.

VIII

Ciência, energia e sustentabilidade

Introdução

Este trabalho parte do princípio de que as energias renováveis têm algo de particular enquanto área de investigação científica. Esta é uma área de desenvolvimento tecnológico que tem estado em destaque na esfera pública ao longo das últimas duas décadas e que se tornou um assunto prioritário a nível Europeu e nacional. A investigação científica foi tomada como parte importante deste processo e beneficiou de um crescimento significativo em número de investigadores e volume de produção de artigos científicos. Os investigadores são um elemento integrante do sistema sociotécnico da energia, estão envolvidos não apenas no desenvolvimento de nova tecnologia, mas também frequentemente no aconselhamento de políticas públicas, na consultoria a empresas e na disseminação de conhecimento científico na sociedade. É por isso importante compreender as atitudes sociais dos investigadores face às energias renováveis e ao seu papel na transformação do sistema energético.

A investigação recente sobre as atitudes sociais face às energias renováveis tem procurado uma visão mais abrangente que não tem em conta apenas o público, mas também o conjunto dos diferentes stakeholders envolvidos nos processos de desenvolvimento de políticas públicas, de planeamento e implementação. Enquadrando-se nesta perspetiva, o objetivo deste capítulo é incluir os investigadores enquanto grupo social com um papel específico na discussão sobre processo de transformação dos sistemas de energia.

Este capítulo começa com uma breve revisão da literatura sobre atitudes face às energias renováveis. Depois, explora as atitudes dos investigadores sobre o papel das energias renováveis, a sua implementação e aceitação na sociedade ao longo das três secções seguintes.

Atitudes face às energias renováveis

As questões de energia representam desafio urgente na sociedade contemporânea. Como forma de mitigação das alterações climáticas e de resposta à instabilidade do preço dos combustíveis fósseis, os países europeus têm desenvolvido um esforço de implantação de energias renováveis, com diferentes mixes tecnológicos decorrentes das suas próprias características. Em Portugal esse esforço resultou num forte investimento na implantação de energia eólica, e em muito menor escala, num reforço a produção solar fotovoltaica. Mas a massificação das energias renováveis trouxe também controvérsias públicas em torno das tecnologias de energia, do ambiente, e da transição energética e está por isso dependente da capacidade de compreender a opinião pública e a diversidade de stakeholders envolvidos nos processos de planeamento e implantação das infraestruturas. Os investigadores são um stakeholder importante neste processo, no sentido em que são os responsáveis pelo desenvolvimento de novas soluções tecnológicas, são chamados a apresentar posição enquanto peritos em políticas ou processos de decisão e desempenham um papel de educadores e divulgadores de conhecimento técnico e científico.

Os trabalhos sobre a perceção pública das energias renováveis têm mostrado que estas são vistas de forma positiva pela maior parte da população nos países ocidentais (Stoutenborough, Shi, e Vedlitz 2015; Kaldellis et al. 2013; Kaldellis 2005), ainda que se mantenham algumas divisões entre o público, nomeadamente que os mais jovens e os mais interessados em questões ambientais demonstram uma atitude mais positiva (Ek 2005). Este apoio público generalizado é sintomático da transição das energias renováveis de uma tecnologia de nicho para uma tecnologia mainstream, outrora fontes alternativas de energia para um nicho de utilizadores motivados por preocupações ambientais, hoje a discussão e a implementação de energias renováveis conta com a participação de ‘atores convencionais’: partidos políticos, empresas, investidores, sindicatos (Lauber e Mez 2006; Devine-wright 2011).

A literatura dos últimos anos tem focado bastante as representações a nível local, devido às controvérsias em torno de processos de implementação de parques de energia eólica. A procura de respostas para o ‘gap’ entre a aceitação generalizada das energias renováveis e a resistência local a alguns processos de implementação motivou muito deste trabalho. Os trabalhos mais recentes tentam demarcar-se da ideia que a resistência é baseada numa atitude ‘Not in my backyard’ (NIMBY) (Wilson e Dyke 2016; Batel et al.

2015; Ek 2005; Delicado, Figueiredo, e Silva 2015), que opõe de forma mais ou menos simplista os interesses globais de combate as alterações climáticas e um visão difusa de interesses locais, deixando de fora muitas das atitudes locais face ao impacto visual, participação, ligação ao local (*place attachment*), justiça ambiental ou impacto socioeconómico dos projetos (Zoellner, Schweizer-Ries, e Wemheuer 2008; Kaldellis 2005; Bergmann, Hanley, e Wright 2006; Devine-wright 2009; Devine-wright e Howes 2010).

A discussão em torno das energias renováveis tem-se centrado num conjunto de tópicos. Em primeiro lugar, as questões ambientais, tanto no carácter verde e sustentável das energias renováveis (Ek 2005; Delicado, Figueiredo, e Silva 2015), como nos impactos ambientais a nível local (Warren et al. 2005; Groothuis, Groothuis, e Whitehead 2008; M. J. Pasqualetti 2000a; M. Pasqualetti 2011). Em segundo lugar, a questão da participação pública nos processos de decisão de localização (Moore 2013; Miller, Iles, e Jones 2013) e na justiça ambiental na distribuição de impactos e benefícios (Mulvaney, Woodson, e Prokopy 2013). E, por último, a importância do custo da energia para a aceitação das energias renováveis (Hobman e Frederiks 2014; Ribeiro et al. 2014; Zografakis et al. 2010).

A literatura mostra também uma atitude crítica face a uma visão tecnocrática do processo de transição energética em que o ónus de adaptação à mudança é colocado no público leigo (Aitken 2009). É necessário enquadrar a complexidade das perceções do público, mas também de incluir na análise outros atores, promotores, políticos, fabricantes, e os contextos em que estes atuam, seja a nível local ou no âmbito de contexto institucionais ou redes sociais mais vastas (Devine-wright 2011; Owens 2002; Brondi et al. 2014; Taylor 2008). É neste sentido que é importante abordar a energia e as tecnologias associadas como um sistema sociotécnico, em que as dimensões tecnológicas e sociais do processo surgem interligadas (Benjamin K. Sovacool 2009; Benjamin K Sovacool 2016).

Energia, ambiente e desenvolvimento

Os investigadores entrevistados não revelam variação significativas entre si no seu discurso sobre as energias renováveis, que como esperado é bastante favorável em relação às energias renováveis e ao seu futuro. As representações sobre energias renováveis giram frequentemente em torno de questões ligadas ao ambiente e

sustentabilidade. É comum que os seus promotores invoquem a sua importância na substituição do consumo de combustíveis fósseis e consequente impacto nas alterações climática.

Um dos investigadores entrevistados identifica-se com esta perspetiva e reconhece que a motivação para as energias renováveis passa por encontrar soluções para um problema ambiental:

Eu trabalhava no Departamento de Física da Atmosfera. E todas as quintas-feiras tinha um seminário que era [sobre], a destruição do planeta. E ao fim de quatro anos, quando acabei o doutoramento, decidi que o diagnóstico já estava bem feito e que tinha que me preocupar era com a solução. (Entrevista 3)

Mas esta perspetiva mostra-se incomum entre os entrevistados, que em alguns casos remetem para a importância de separar as questões de energia das questões de ambiente.

E depois a mudança que houve dentro do mesmo ciclo político, a mudança de ministro que houve, não conseguiu ou não quis, ou não pode. Na análise pratica não fez um discurso efetivo sobre energia e fez muito mais sobre ambiente. Fez muito mais discurso sobre ambiente e então veio como emblemático a questão dos sacos de plástico, a fiscalidade verde, mas nunca passou para a opinião pública o discurso sobre energia. (Entrevista 7)

Ou para separar atitudes sobre energia direcionadas para as questões ambientais de atitudes sobre energia orientadas para uma conceção mais abrangente de desenvolvimento.

às vezes os termos são tão repetidos que acabam por ter um lugar comum e depois confundir-se um bocadinho os termos. E acho que uma das coisas que se confunde, nomeadamente mais no meio empresarial e a diferença entre sustentabilidade e verde; o considerado green. O green é a questão do desempenho ambiental, a sustentabilidade mete outros componentes [...]. Nada invalida que nós consideremos a energia nuclear como sustentável, certo? Porque do ponto de vista de emissões de gás de efeito de estufa e olhando só para o fenómeno de produção de energia. É uma energia sustentável porque não polui ou melhor, é uma energia se calhar green, se calhar não é sustentável porque se

calhar pode ter impacto graves em termos sociais e daí para acrescentar o quê? Que associada a questão green há a componente social. (Entrevista 5)

As energias renováveis são então valorizadas noutros sentidos, mais relacionados com o seu impacto ou relevância a nível económico. Outro aspeto referenciado frequentemente é a dependência energética do país e a potencialidade das energias renováveis enquanto fontes autóctones de energia.

Portanto a questão é esta: as energias renováveis são de certeza importantes para o país porque nós não temos (pelo menos que se saiba) não temos petróleo foi uma opção política, (não interessa se certa ou errada) não termos energia nuclear. No fundo as únicas energias que não dependem do exterior são efetivamente as energias renováveis, a parte hídrica, eólica e fotovoltaico. É com isto que a gente pode tentar de alguma forma ser autossuficiente. Portanto eu acho que as energias renováveis, em particular a fotovoltaica, penso eu que será, a longo prazo, uma área em que devemos apostar. (Entrevista 9)

Os argumentos sobre dependência ramificam-se para questões de desenvolvimento tecnológico, por exemplo, numa ideia mais ampla, de dependência tecnológica. Para os investigadores as energias renováveis oferecem possibilidades de aplicação de tecnologia trabalhada em Portugal que outras alternativas aos combustíveis fósseis não oferecem.

Espero que o novo governo tenha uma opção melhor na área energética. E eu com minha idade, não é por simpatia partidária ou antipatia, é para bem de Portugal. Qualquer que seja o ministro que lá esteja, eu quero é que seja lúcido. Há opções que são mesmo efetivamente ideológicas, sei lá, sobre o SNS, etc. Mas aqui estamos a discutir outra coisa que pode ser vista muito mais destacada. E é uma opção chamemos-lhe ideológica querer favorecer a energia nuclear, obviamente. Porque nos colocaria numa dependência tecnológica internacional terrível (Entrevista 7)

Associada à questão da independência energética surgem outras preocupações relacionadas com a estabilidade económica do país devido à volatilidade do preço dos combustíveis fósseis.

As principais vantagens, tirando as evidentes, não vou para as evidentes porque as evidentes, toda a gente sabe, então as vantagens que eu acho verdadeiramente importantes e estratégicas: a qualquer momento, e qualquer momento podem ser dez, vinte anos, já tivemos uns picos de preço de combustíveis fósseis e nós já não produzimos eletricidade com combustíveis fósseis em Portugal. Mas, mais importante do que nos libertarmos dessa dependência energética do exterior ou tão importante é também uma coisa que em termos de gestão energética se chama a segurança do abastecimento. [...] Portanto, por um lado aumentámos a segurança de abastecimento à escala anual, e isso quer dizer que se diminuámos as nossas importações de gás o ano passado e vamos diminuir este ano, e vamos diminuir para o ano que vem e é dado fixo e firme para a economia. Por outro lado, quando o petróleo disparar e atrás do petróleo disparar o gás, e provavelmente o carvão vai atrás, nós sabemos que neste momento 50% da nossa energia elétrica tem custos que são controláveis internamente. Isso é muito relaxante nos tempos de crise económica que atravessamos agora. (Entrevista 12)

E por outro lado à insegurança que advém de linhas de abastecimento que passam por países em situação política instável

Em termos estratégicos isto é uma situação muito importante. Porque a gente vê toda a turbulência nos países do Médio Oriente, vê-se na Nigéria, vê-se na Argélia, que é um país amordaçado - nunca se sabe quando é que os extremistas vão tomar conta do país. Vê-se também que a Rússia não é propriamente um país muito estável. Portanto, para fornecimento de gás natural nós estamos dependentes de países como estes. [...] Se nós não tivermos nada instalado no país estamos à mercê destas convulsões internacionais. Nesse ponto de vista, eu acho que a energia renovável deverá ser uma área estratégica para o país. (Entrevista 9)

As energias renováveis enquanto tecnologia

Os entrevistados revelaram também um conjunto de outras representações sobre as energias renováveis enquanto tecnologia que se prendem menos com o seu objetivo social e mais com as particularidades enquanto objeto tecnológico e com a sua implementação. Em primeiro lugar, os investigadores caracterizam frequentemente a transição energética para as fontes renováveis como um desenvolvimento inevitável nas sociedades contemporâneas como justificação para investimento na área:

Porque, as energias renováveis são inevitáveis no futuro, quer dizer, é evidente que os recursos fósseis dos quais hoje nós dependemos de uma forma predominante são finitos, portanto, podem acabar mais cedo ou mais tarde, mas acabam. [...] E depois, com esta não política que temos hoje, estamos a desperdiçar esse imenso capital e estamos a adiar uma coisa que de qualquer maneira vamos ter de fazer no futuro, pronto. Portanto, é um desperdício, um enorme desperdício. Mas é também uma outra coisa, porque precisamente o que nós precisamos hoje, toda a gente fala todos os dias, não é, precisamos de investimento, de desenvolvimento da economia, de crescimento, etc., e nós deveríamos estar a fomentar isso, tendo o bom senso, provavelmente, de fazer quase pela primeira vez seria, escolher algumas áreas para centrar, como temos poucos recursos, a ajuda ou a capacidade de desenvolver a economia acontecer à custa de alguns sectores, que nós escolheríamos como estratégicos, e a energia é precisamente um deles, as energias renováveis. (Entrevista 4)

Outra representação frequentemente referida é das energias renováveis como parte de um quadro mais vasto de transformações na sociedade. Esta representação sistémica da energia surge no discurso dos investigadores de várias formas. Muitos dos entrevistados destacam a centralidade das tecnologias de energia no funcionamento das sociedades contemporâneas e a forma como esta permeia muitas das suas dimensões fundamentais. Uma destas dimensões é da edificação que foi muita dela desenhada num contexto em que a energia era um recurso abundante. A preocupação com o consumo energético dos edifícios é uma prática recente – o sistema de certificação energética dos edifícios, que obriga todos os edifícios colocados no mercado a ter um certificado da sua performance energética, foi introduzida em Portugal em 2006 – mas está presente no discurso de alguns dos entrevistados.

As minhas raízes com o fotovoltaico remontam a 1975 em que nós de facto desenvolvemos uma tecnologia, ou fomos pioneiros em Portugal em fazer qualquer coisa que tivesse algum impacto no nosso quotidiano e a altura a missão era arranjar formas alternativas de energia. Mas cometemos um erro grave, alias que hoje em dia se continua a cometer. A nossa sociedade foi uma sociedade que foi planeada para consumir energia, não sei se já reparou? [...] Porque nós fizemos uma construção e uma edificação que foi baseado no poder da energia. E hoje em dia, sem energia não há nada. (Entrevista 10)

Outro aspeto referido são as práticas quotidianas e forma como a implementação de tecnologias de energia renovável pode interagir com elas. As práticas de consumo de energia foram desenvolvidas na base de uma produção de energia ‘on demand’, mas energias renováveis como a eólica ou solar têm ciclos de produção em que a intensidade de energia produzida varia significativamente ao longo do dia. Alguns dos entrevistados referem que a necessidade de adaptar as práticas de consumo num sistema energético que depende cada vez mais de renováveis.

Portanto, isto é, eu posso ter Net Zero Energy Buildings, qualquer dois, que tanto consomem como produzem, mas que um deles acaba por ter o consumo na zona solar e não interage com a rede enquanto que o outro acaba por interagir com a rede [...]. Obviamente, que não o frigorífico que é uma não controlável, mas a máquina de lavar roupa, loiça, digamos que isso já são controláveis. E se considerarmos não apenas o edifício, mas uma comunidade de edifícios, por exemplo, um bairro, a quantidade de carga que pode ser deslocada para dentro do sino do ponto de vista estatístico cresce imenso. Isto para mostrar que a história das Smart Cities pode vir a ter algum interesse se forem aplicadas técnicas dessas. Em que o ligar da máquina é automático e não é decidido por uma estrutura que controla todo o bairro e chegamos depois a interações com a rede muito pequenas para toda aquela a comunidade de edifícios do que por exemplo só para um. No futuro será por aí que vamos. (Entrevista 6)

Mas os entrevistados referem-se também às energias renováveis como tecnologias que interagem com outras tecnologias ligadas ao sistema energético como a mobilidade elétrica, que um papel potencial no combate às alterações climáticas:

Ora, isto podia ser acelerado e ordenado e não deixado, enfim, ao livre acaso das coisas, podia ser ordenado e regulado como um bom plano que implicasse a mobilidade elétrica e política de armazenamento de energia, e política de armazenamento que daria sustentabilidade a um grande plano também do inevitável que é o fotovoltaico sem gerar os enormes problemas que a Alemanha sente. (Entrevista 7)

As próprias energias renováveis são enquadradas por muitos dos entrevistados como tecnologias complementares entre si, parte de um mix energético necessário para sustentar o abastecimento de eletricidade. As várias tecnologias de energia renovável, em particular a hídrica, a eólica e solar não são enquadradas enquanto tecnologias que

competem entre si, mas que competem por um espaço ocupado pelas tecnologias baseadas em consumo de combustível fóssil:

Portanto, a minha, portanto, eu estou mais na parte elétrica. Portanto, eu acho que a nível de Portugal que é muito importante, todas elas são importantes, as renováveis que lá estão, em particular a fotovoltaica, a eólica e a hídrica. E todas elas casam bem, umas ao nível diário, outras em termos, mesmo ao longo do ano, [...] verificamos que a eólica, neste dia [...], teve um máximo aqui por volta da meia noite, depois foi decrescendo aqui, por volta do meio dia teve o mínimo e depois volta a subir um bocadinho. Já o fotovoltaico, por força praticamente da radiação solar, teve um processo inverso (Entrevista 11)

Outro tema que sobressai nas entrevistas é o impacto futuro das tecnologias de energia renovável, mas em particular da microprodução solar. Alguns dos entrevistadores enquadram a transição para microgeração solar como uma transformação inevitável nos sistemas de energia devido à redução e estabilidade dos custos que a colocam cada vez mais próxima da paridade com outras fontes de energia para o consumidor final.

Eu não vejo país democrático nenhum que consiga segurar a expansão do fotovoltaico a partir do momento em que o cidadão perceba que tem energia mais segura, mais barata em sua casa se puser um painel. E mais barata não é só pontualmente; eu ponho um painel e durante 10 anos é garantido e é aquilo, que é amortização do painel. Se eu tiver a comprar da rede, eu sei lá se o ciclo político vai aumentar, vai baixar as tarifas. E, portanto, a partir do momento em que for equivalente, as pessoas todas vão querer pôr o seu painelzinho e num país democrático como é que se impede isto? Primeiro é proibido politicamente, mas depois algum partido vai pegar na bandeira. (Entrevista 7)

Mas alguns dos entrevistados referem também os processos sociais associados a estas transformações. A microgeração tem o potencial de transformação do paradigma de consumo de energia. A história dos sistemas de energia elétrica assentou sobretudo em produção centralizada para ser distribuída por redes elétricas até ao seu consumidor final, desde as centrais carvão do século XIX até desenvolvimentos mais recentes como a implantação de grandes parques eólicos ou centrais solares. Mas a introdução de microgeração a custos acessíveis para os consumidores tem o potencial de mudar a relação entre o consumidor e a produção de energia.

a micro geração para além daquilo mais visível que é produzir energia para a rede, é o facto de ser uma energia distribuída, de estar mais próxima do cidadão. E portanto, o facto de cada um olhar para uma factura e dizer assim, vou receber tanto, vou pagar tanto, e portanto, poupar aqui um bocadinho mais, portanto, é uma maneira de estimular a racionalização do consumo de energia. Portanto, isso são coisas às vezes que não são tão visíveis e que, portanto, relativamente às vantagens das centrais não diferem muito de uma outra central qualquer, portanto, têm de transportar energia a longas distâncias e são impessoais, portanto, pertencem normalmente a uma sociedade promotora, a um grupo. As micro gerações pertencem a pessoas, e portanto, elas cuidam delas como de um carro, como, portanto, eu acho que socialmente são coisas muito interessantes. (entrevistas 12)

Aceitação social das energias renováveis

A aceitação social das energias renováveis é outra questão que sobressai no discurso dos entrevistados. As energias renováveis não só passaram por um período de intensa implementação a nível de parques de energia eólica, mas por uma popularização das instalações domésticas, suportado por um programa de regime bonificado de registos de micro geração.¹ As energias renováveis tornaram-se parte da paisagem e do quotidiano, assim como um tema frequentemente debatido na esfera pública ao longo dos últimos anos (Delicado et al. 2015)

Os investigadores entrevistados reconhecem este percurso de crescente visibilidade das energias renováveis da população, que passa pela familiaridade com a tecnologia tanto pela nova paisagem de parque eólicos como, de forma mais próxima, como a micro geração solar:

Eu acho que sim, eu acho que ouve-se muito mais hoje em dia do que ouvia-se há um ano ou há cinco anos atrás. Acho que sim, acho que tem mais transparência disso do que teve há uns tempos atrás. Eu não estou a dizer que não poderia melhorar, mas acho que há alguns, sim acho que as pessoas, já, e muitos já estão, têm um coletor em casa e sabem o que é que faz um PV, um coletor térmico, quando viajam e veem os parques eólicos, etc. (Entrevista 2)

¹ Decreto-Lei 363/2007, 118-A/2010, 25/2013

Porque nos estamos a ver a pouco e pouco o investimento, cada vez se vê mais em empresas, grandes armazéns, instituições do estado, aqui na universidade de XXX vê-se isso também. Particulares, as pessoas a instalar cada vez mais equipamentos fotovoltaico. E, portanto, eu acho que a pouco e pouco; não vai ser e com o impacto ou num intervalo de tempo tão curto quanto o eólico. Mas eu acho que está a haver um processo mais gradual. Porque também o investimento é grande e não é só a construção dos grandes parques eólico que tem de ser considerada. As pessoas têm de pensar também em produzir a sua própria energia. Tentamos tornar as casas mais autossustentáveis ou pelo menos caminhar nesse sentido. (Entrevista 9)

Mas o processo de implementação das energias renováveis não é, na opinião dos entrevistados, isento de complicações. Em primeiro lugar, destacam em particular a redução de interesse e investimento por parte da tutela decorrente da mudança de governo em 2011 como uma ameaça ao ímpeto criado ao longo da década anterior (ver capítulo 3):

Sim, pequenos produtores não é, onde asseguram uma tarefa muito atrativa, por isso, aparecem cada vez mais fotovoltaicos assim ou perto de casas, etc., acho que existe. E Portugal começou muito bem. Por exemplo, em termos de eólico, o desenvolvimento era absolutamente um modelo para a Europa, não, talvez não tanto como na Espanha, mas para o tamanho do país, é bastante impressionante. Especialmente a dinâmica de novos aparecimentos dos geradores eólicos ou parques. Só que ficou um bocadinho travado, parou. Aquele desempenho inicial agora parece que, era um bocadinho a mesma coisa com os coletores solares. Novos edifícios está tudo bem, só que parou a construção civil não é, abrandou, depois aqueles incentivos que existiam para as casas existentes, para instalar coletores térmicos também abrandou ou acabou, então, estamos muito atrás dos planos que foram previstos em termos de área instalada em Portugal. (Entrevista 2)

Alguns dos entrevistados identificam mesmo a emergência de uma ideologia hostil à instalação de energias renováveis:

Mas, mais recentemente como não há de facto, quer dizer, neste momento a política energética não é, quer dizer, é hoje, é nula nesta matéria. Ia dizer que é contrária, não é, nem sequer é contrária, é nula, não existe, este governo não tem, está muito preocupado, só se vê a questão das tarifas, só se vê a eletricidade e dentro do problema da eletricidade, tarifas. E uma boa política energética é muito mais do que isso, não é? E

portanto, eu acho que neste momento de facto a situação é uma situação muito diferente da que era há uns anos atrás, onde também em algumas circunstâncias se pecou por excesso nalguns casos por ignorância, noutros casos por excesso de entusiasmo e havia muitas coisas a corrigir. Mas corrigir, entre corrigir isso e estar nesta situação em que estamos, em que de facto houve uma espécie de travão às quatro rodas em tudo, em tudo o que tenha a ver com energia, que as energias renováveis é quase uma coisa proibida, que não se pode dizer. Eu acho isso um enorme erro. (Entrevista 4)

eu acho que as renováveis toda a gente considera que é bom, que é uma coisa boa, isso é um ponto de partida. E existe muito a preocupação que seja caro e que seja um luxo, ou se calhar para pessoas um bocadinho mais sofisticadas que não concordam comigo, que são mais liberais, e que acham que é bom Portugal investir nas renováveis quando as renováveis forem mais baratas, e por isso, estar a investir agora é uma má opção estratégica. Digamos que é a visão liberal, que eu não acho bem mas esse grupo controla claramente o discurso político agora. (Entrevista 3)

Os investigadores reconhecem que o desenvolvimento das energias renováveis depende da existência de apoio na esfera pública. A forma como este apoio é visto é coerente com o discurso dos investigadores sobre a própria tecnologia, no sentido em que depende não da formação de atitudes pró-ambiente e à redução da emissão de gases de efeito de estufa, mas sobretudo de as tornar mais apelativas em termos de custo:

Isto acho que melhorou muito, mas quando dizem às pessoas agora vamos pagar, aí já começa tudo a pensar. Isto era tudo muito giro se preço entre o gás e a eólica fosse igual. Toda a gente diz muito bem mas quando começa a sair do bolso, pelo menos é a percepção que tenho, as pessoas começam a pensar três vezes. Obviamente há pessoas que tão dispostas a pagar, mas normalmente são pessoas com mais recursos. A uma pessoa que tem um ordenado pequeno diz-lhe que vai pagar mais por causa das eólicas se não lhe impuserem como foi feito na tarifa da eletricidade dizem logo que não. (Entrevista 1)

Consequentemente, o desenvolvimento destas novas tecnologias é vista como dependente da iniciativa pública na criação de condições favoráveis à sua implementação:

Por exemplo, em termos de eólico, o desenvolvimento era absolutamente um modelo para a Europa, talvez não tanto como na Espanha, mas para o tamanho do país, é bastante impressionante. Especialmente a dinâmica de novos aparecimentos dos

geradores eólicos ou parques. Só que ficou um bocadinho travado, parou. Era um bocadinho a mesma coisa com os coletores solares. Novos edifícios está tudo bem, só que parou a construção civil, depois aqueles inventivos que existiam para as casas existentes, para instalar coletores térmicos também abrandou ou acabou, então, estamos muito atrás dos planos que foram previstos em termos de área instalada em Portugal. (entrevista 2)

Portanto, as tarifas podem baixar, acho muito bem que baixem porque a tecnologia tem vindo a baixar de preço, mas que se mantenham níveis de rentabilidade aceitáveis porque não interessa que uns estejam a ganhar com os custos que vêm de todos, [...] mas que de facto que se estimule, que se mantenha uma determinada capacidade de instalar todos os anos, para permitir que haja empresas nos sectores a manter esse nível de atividade, porque se não se têm que fechar num ano, perde-se essa capacidade, porque as pessoas têm que mudar de vida. (Entrevista 11)

Conclusão

Este capítulo procura contribuir para compreender as atitudes sociais dos investigadores na área das energias renováveis face à tecnologia em que trabalham. Esta é sobretudo uma área de investigação aplicada, e que teve um impacto significativo no país no passado recente. Como tal, é importante compreender o discurso sobre a tecnologia em si mesma, e sobre a forma como a sua implementação é enquadrada pelos entrevistados.

Em primeiro lugar, os entrevistados vêm as energias renováveis sobretudo como resposta a um desafio económico, mais do que a um desafio ambiental. Esta atitude vem alinhada com as atitudes societárias face às energias renováveis. As energias renováveis passaram de uma alternativa tecnológica apoiada sobretudo por uma minoria com preocupações ideológicas ligadas ao ambiente para uma tecnologia ‘massificada’ (Lauber e Mez 2006). Atualmente, despertam o interesse de um conjunto alargado de stakeholders: a tutela, as empresas do sector energético, empresas de investimento e privados interessados em pequenas instalações. Neste contexto em que é favorável à investigação em energias renováveis procurar investimento junto das empresas do sector energético e em que os governos europeus definem a transição energética como área estratégica, os investigadores promovem o seu trabalho sobretudo em termos de valor económico.

Em segundo lugar, os investigadores mantêm uma atitude face à transferência de tecnologia e à transição energética que assenta numa visão determinista do desenvolvimento tecnológico (van Rijnsoever, van Mossel, e Broecks 2015), em que a adoção da tecnologia é sobretudo um problema técnico. As energias renováveis são apresentadas como um desenvolvimento inevitável e cuja adoção depende sobretudo de baixar o custo e aumentar a eficiência da tecnologia. No entanto, há um reconhecimento da dependência da tecnologia de suporte por parte de políticas públicas, que é em grande medida justificado como o preço a pagar por um pioneirismo tecnológico (Mclachlan 2010) com potencial de retorno económico a longo prazo.

Por último, há um certo sentido de unidade no meio científico no sentido em que as diferentes tecnologias de energias renováveis são vistas como complementares entre si. O discurso retrata frequentemente o objetivo comum de criar alternativas às energias convencionais e neste sentido, os investigadores não veem as energias renováveis como tecnologias em disputa entre si, mas sim com as fontes de energia baseadas em combustíveis fósseis.

Esta exploração das representações dos investigadores pretende complementar os tópicos mais focados na organização do sistema científico dos capítulos precedentes. Dada a visibilidade das tecnologias de energias renováveis e o seu impacto recente na sociedade é importante compreender de que forma os investigadores encaram este desenvolvimento.

Esta é sobretudo uma área de engenharia e, portanto, de procura de soluções tecnológicas para o problema da produção de energia. Os investigadores têm em comum um discurso que privilegia as vantagens económicas e estratégicas da implantação de energias renováveis e um certo determinismo tecnológico que vê uma transição próxima para energias renováveis como uma mudança inevitável das sociedades contemporâneas.

IX

Dinâmicas tecnocientíficas locais – A Lógica e a central solar de Amareleja

Introdução

A Lógica E. M., de Moura³² constitui um estudo de caso interessante pela tentativa de criar uma empresa com um forte componente de especialização tecnológica (a energia solar) numa região sem tradição de produção de conhecimento científico. A Lógica é uma empresa municipal do concelho de Moura, criada no seguimento da instalação de uma central fotovoltaica de 46MW na Amareleja, uma das freguesias do concelho. A intenção de criar oportunidades de atrair atividades de I&D ligadas ao sector fotovoltaico foi inicialmente expressa pela Câmara Municipal de Moura no Plano Integrado de Desenvolvimento Sustentável do Concelho de Moura e da Região (PIDSCMR) apresentado em 2002, que tinha como principais objetivos a criação da futura central fotovoltaica e de uma fábrica de produção de painéis fotovoltaicos como plataforma para o desenvolvimento de um *cluster* industrial ligado à energia solar em Moura.

As atividades de inovação e as dinâmicas da economia do conhecimento, como qualquer outra atividade económica, não estão desarticuladas dos territórios em que estão inseridas. Os níveis regionais e locais podem revelar-se importantes na criação de mecanismos de articulação entre investigação, inovação e tecido económico (Harloe e Perry 2004; Asheim e Coenen 2005).

O impacto socioeconómico local tem também sido alvo de alguma atenção na literatura. Alguns trabalhos identificam impactos nas economias locais através das oportunidades de rendimentos adicionais gerados pelo aluguer de terrenos para instalação

³² Parte deste texto foi publicado em:

Delicado, Ana, Mónica Truninger, Elisabete Figueiredo, Luís Silva, Luís Junqueira, Ana Horta, Susana Fonseca, e Filipa Soares. 2015. Terras de Sol e de Vento: dinâmicas sociotécnicas e aceitação social das energias renováveis em Portugal. Lisboa: Imprensa de Ciências Sociais.

Junqueira, Luis, Ana Delicado, e Mónica Truninger. 2017. «Paisagem, tecnologia e desenvolvimento local: A Central Solar de Amareleja». *Sociologia, Problemas e Práticas*, 83: 137-156.

de aerogeradores ou pela exploração direta por parte de proprietários rurais (M. J. Pasqualetti 2000b, 2004; Selman 2010; Krauss 2010). A percepção de benefícios locais é menos consensual na ausência de oportunidades de benefícios diretos para a população. São identificados benefícios socioeconómicos indiretos na criação de emprego através da dinamização de algumas atividades económicas (Gully, Stainer, e Stainer 2015; M. J. Pasqualetti 2000b), mas alguns trabalhos apontam a ausência de efeitos sustentados no desenvolvimento local (Kunze e Busch 2011; Ek 2006).

As características dos tecidos económicos regionais são importantes na construção de sinergias com a universidade. Em regiões com baixos níveis de empreendedorismo e economias baseadas em indústria de baixa densidade tecnológica as ligações universidade-indústria dificilmente criam um efeito económico sustentado (Y. Kim, Kim, e Yang 2012). É a indústria de elevada e sobretudo de média densidade tecnológica que mais propiciam o impacto das relações com a universidade. A indústria muito avançada tem impactos importantes, mas tende a ser de reduzida dimensão e com uma orientação para escalas nacionais e internacionais. São sobretudo as empresas de média densidade tecnológica que criam emprego e desenvolvem sinergias com as universidades com maior impacto local (Leydesdorff e Meyer 2006; Strand e Leydesdorff 2013).

Alguns trabalhos apontam outros fatores com impactos positivos na criação de sinergia local ou regional em I&D. As tecnologias emergentes, por não terem uma estrutura de relações de produção de conhecimento estabelecida beneficiam bastante da co-localização da indústria e investigação, permitindo a criação de clusters em torno de tecnologias específicas (Grimpe e Patuelli 2009; Mayer 2013). Também importante é a coordenação do processo de desenvolvimento por parte das instituições políticas regionais. Estas têm a capacidade de, primeiro, adaptar o desenvolvimento de inovação às capacidade e características regionais (Pinto e Rodrigues 2010), e segundo, de garantir a coerência do processo evitando a fragmentação das atividades e o desperdício de recursos (Rodrigues e Melo 2012).

A central solar da Amareleja

O desenvolvimento das energias renováveis em Portugal nas últimas décadas deve-se em larga medida à energia eólica. A energia solar fotovoltaica triplicou o seu peso nesta distribuição, mas ainda é responsável por apenas 3% da energia renovável no

país. O crescimento bem mais gradual da energia solar é fruto de uma política menos incisiva, com tarifas *feed-in* mais vantajosas que a energia eólica, mas com limites baixos para a ligação à rede estabelecidos pelo governo (50 MW em 2001, 150 MW em 2005 - Brito *et al.* 2009), e de um ritmo mais lento de acréscimo de rentabilidade económica (só recentemente é que o preço dos painéis fotovoltaicos desceu significativamente). Face às duas centenas e meia de parques eólicos atualmente existentes no país, há apenas 77 centrais solares fotovoltaicas com potência instalada superior a 250kW (INEGI/APREN 2015) e, ao contrário de Espanha, não existem centrais de energia solar concentrada (Marín 2010). Há, no entanto, que referir que a micro e a minigeração de energia solar têm também algum peso.³³

A primeira central solar foi instalada em 2006 em Santarém e, entre 2008 e 2017, deu-se um significativo aumento no número de centrais e na potência instalada, que totaliza 481 MW³⁴. No entanto, apenas uma destas centrais tem uma dimensão assinalável: a Central Solar Fotovoltaica da Amareleja, no concelho de Moura, que ocupa 250 hectares e é constituída por 2.520 seguidores solares, com um total de 262.080 módulos fotovoltaicos instalados e com uma potência de 45,8 MW, tendo entrado em funcionamento em 2008.

O processo que deu origem à central fotovoltaica de Amareleja é bastante particular no contexto nacional. Enquanto a construção dos grandes parques eólicos teve origem numa atribuição de licenças feita a nível nacional, as quais ficaram na posse de grandes empresas do sector energético, a central de Amareleja foi impulsionada (pelo menos na sua fase inicial) por uma dinâmica local centrada na ação de uma pequena empresa (Amper Solar) por iniciativa da Câmara Municipal de Moura e do seu Presidente – José Maria Pós-de-Mina (em funções até Setembro de 2013).

A iniciativa do projeto parte de Mário Baptista Coelho e Aníbal Lamy, através da criação da empresa RENATURA Networks em 2000. No ano seguinte, a RENATURA entra numa parceria com a Câmara Municipal de Moura através da assinatura de um acordo de consórcio com vista ao desenvolvimento de projetos na área da energia solar. A parceria é consolidada em 2001 com a apresentação do Plano Integrado de Desenvolvimento

³³ De acordo com os dados registados no website da Direcção Geral de Energia Renováveis na Hora (<http://www.renovaveisnagora.pt/web/srm/estatisticas1>), em 2014, a micro e minigeração solar totalizavam 93,4 MW.

³⁴ INEGI & APREN (2018), E2p Database of electric power plants based on renewable energy sources, <http://e2p.inegi.up.pt/> acedida a 20 de fevereiro de 2018.

Sustentável do Concelho de Moura e da Região (PIDSCMR), um ambicioso projeto de desenvolvimento regional com base na energia solar que seria impulsionado pela instalação da central. O PIDSCMR conta já com a participação de um terceiro parceiro, a BP Solar, na altura um dos principais produtores de células fotovoltaicas³⁵, que participa sobretudo com o objetivo de vir a explorar a fábrica de módulos fotovoltaicos prevista no projeto, cuja viabilidade inicial ficaria assegurada pela encomenda de painéis para a central. Em 2002, é criada a Amper, Atividades Múltiplas de Energias Renováveis, uma empresa com capital da Câmara de Moura e da RENATURA, que irá concentrar a atividade da Câmara em torno do projeto.

Nos anos seguintes, a Câmara de Moura e a Amper Solar vão estabelecer um conjunto de contactos institucionais com um leque bastante diverso de entidades com o objetivo de reforçar a viabilidade do projeto. Por um lado, com as empresas do sector energético e a banca no sentido de encontrar investidores para o financiamento da construção da central e, por outro, junto do Ministério da Economia e das agências governamentais na área da energia na negociação das condições para a licença de ligação à rede. O processo acaba por se arrastar por mais três anos, dificultado por sucessivas mudanças na pasta ministerial responsável pelo processo. As dificuldades em negociar a licença repercutem-se também na incapacidade de atrair investimento. Embora a Amper encontre algumas demonstrações de interesse, dada a incerteza quanto ao valor das tarifas atribuídas à produção, estas não se traduzem em compromissos efetivos com o projeto. O processo de licenciamento é finalmente concluído em 2005 mas em condições menos favoráveis do que as previstas inicialmente, que juntamente com as fragilidades da indústria europeia do sector face à entrada intensiva da China no mercado da produção de painéis fotovoltaicos³⁶ contribuiu para o abandono do projeto por parte da BP. Assim, a Câmara Municipal de Moura e a RENATURA são forçadas a procurar outro parceiro empresarial. A dificuldade de assegurar investimento nacional obrigaria à venda da Amper Solar a uma multinacional de origem espanhola – a ACCIONA. Esta empresa detém vários parques eólicos em Portugal, contabiliza já cerca de 68MW de fotovoltaicos instalados em Espanha e é proprietária da maior central termosolar do mundo nos EUA. A construção da central é iniciada em outubro de 2007, entrando em atividade no final do ano seguinte. Desde o planeamento da central até à sua materialização no terreno

³⁵ PV Status Report 2004 - Arnulf Jäger-Waldau, Comissão Europeia.

³⁶ A BP Solar acabaria por encerrar as suas atividades em 2011.

decorreram cerca de sete anos. Este acabou por ser um longo caminho de implementação com alguns percalços e alguma resistência por parte de atores locais.

Energia, Tecnologia e Desenvolvimento local

Como já referido, a central foi concebida como parte de um projeto de desenvolvimento regional. De facto, introduzir benefícios locais visíveis é geralmente uma condição importante para a aceitação local de infraestruturas deste tipo (Walter 2014; Rogers et al. 2008). O projeto da central solar partilha algumas características com outros contextos em que a instalação de energias renováveis está associado a dinâmicas locais (Sagebiel, Müller, e Rommel 2014; Yildiz et al. 2014; Selman 2010), no sentido em que foi um projeto de iniciativa municipal com objetivos de modernização tecnológica, que tentou envolver a população e o tecido económico local. Acresce ainda que o projeto assenta na construção de uma central de grande dimensão explorada por uma empresa do sector energético, situação que tende a ser identificada na literatura com impacto socioeconómico limitado no longo prazo (Sastresa et al. 2010; Kammen, Kapadia, e Fripp 2004; del Río e Burguillo 2009). Moura é um concelho do interior do país com uma população envelhecida e uma economia assente em sectores tradicionais, sobretudo os ligados à transformação de produtos agrícolas, como a indústria do azeite ou a vinícola. Neste contexto, o projeto representou para a autarquia uma oportunidade de diversificar e modernizar a atividade económica no concelho, através da introdução na região de um sector dinâmico a nível económico e tecnológico.

“Procurando aproveitar as condições que havia do ponto de vista da tarifa, na sequência do programa E4 e da legislação complementar, e procurando garantir que além da central teria de haver outras contrapartidas, nomeadamente duas grandes contrapartidas que era a construção de uma unidade de assemblagem de painéis fotovoltaicos, que fosse o início de um *cluster* ligado ao sector, juntamente com a central. E uma componente de um fundo que desse apoio do ponto de vista e intervenção social, do ponto de vista da investigação, e do ponto de vista do apoio à própria instalação de unidades de microgeração por parte dos cidadãos, da comunidade e das entidades locais.” (Entrevista CSA Presidente da Câmara Municipal)

A implementação dos objetivos definidos no PIDSCMR só arranca efetivamente com os fundos que ficam disponíveis com a venda da licença da central à Acciona em 2006. O primeiro destes projetos foi o da construção de uma fábrica de montagem de painéis solares. A fábrica é o projeto principal no que toca ao impacto direto sobre a criação de emprego, gerando cerca de 100 novos postos de trabalho em Moura.

O segundo projeto consistiu na criação de um programa de financiamento da instalação de painéis solares em edifícios particulares. Os painéis fotovoltaicos são instalados para vender a produção elétrica à rede e são financiados a 100% pela Câmara que recupera o investimento através de uma quota sobre o rendimento dos painéis que dura até que a totalidade do investimento seja recuperado. Embora os fundos alocados pela Câmara para este apoio tenha sido esgotado, este dinamismo manteve-se devido ao interesse na microgeração promovido pelo programa que motivou a procura de outros apoios à instalação por parte dos residentes de Moura.

Por último, o terceiro projeto resultante da venda da central foi a criação da Lógica, na qual a Câmara investiu três milhões de euros. A Lógica é criada em 2008 com o objetivo de atuar em três domínios: 1) fornece serviços de certificação de módulos e células fotovoltaicas, através de um laboratório certificado pelo Instituto Português de Acreditação; 2) gere o tecnopolo de Moura, uma infraestrutura de apoio à instalação de empresas na área da energia solar; e 3) é, em si mesma, uma empresa de I&D, com ligações a diversas universidades e que lidera projetos financiados pelo Quadro de Referência Estratégico Nacional (QREN). Participa em projetos internacionais como o SKA (Square Kilometer Array), um telescópio internacional de grande dimensão para o qual a Lógica contribuiu com investigação sobre as tecnologias de produção fotovoltaica que irão alimentar o telescópio.

As várias dimensões do PIDCMR tiveram alguns impactos na economia local, dos quais o mais relevante foram os postos de trabalho criados pela fábrica de painéis fotovoltaicos instalada em Moura. Contudo, a venda da central coincidiu com o início da crise financeira de 2007/2008 que, juntamente com a mudança para um governo menos favorável em 2011, veio dificultar a concretização dos aspetos mais ambiciosos do projeto como o desenvolvimento do tecnopolo e a construção de novas centrais solares. O tecnopolo entrou eventualmente em funcionamento, mas com um impacto socioeconómico reduzido, devido à contração do sector e consequente ausência de empresas interessadas em instalar-se na região. Assim, alguns dos principais impactos do projeto a nível socioeconómico assentam em dinâmicas que ficam de certa forma restritas

à cidade de Moura. A Lógica, a Fábrica Solar e as empresas de instalações elétricas que cresceram com o programa de microgeração financiado pela Câmara estão sediadas em Moura e dão emprego sobretudo aos seus habitantes. É também em Moura que se encontra o grosso da indústria ligada ao turismo da região, sobretudo a nível de hotelaria. Tudo isto contribui para que estas dimensões do projeto, que tiveram algum impacto efetivo a nível económico, principalmente na criação de emprego, raramente sejam enquadradas pelos habitantes de Amareleja como benefícios associados à construção da central.

Ainda assim, os habitantes de Amareleja reconhecem alguns impactos socioeconómicos originados pela construção da central. A Junta de Freguesia é proprietária de uma parte da área ocupada pela central, ao ter adquirido o terreno do aeródromo aquando da expansão daquela³⁷. O aluguer dos terrenos disponibiliza um rendimento adicional de cerca de 100 mil Euros anuais, um valor significativo para uma Junta de Freguesia com cerca de 1500 habitantes. Este rendimento traduz-se num aumento do número de funcionários disponíveis, que é notado pelos habitantes:

E por exemplo, na questão de rendimento, [...] dá para pagar a certos funcionários que andam aí a trabalhar e a própria junta pode criar postos de trabalho, ter um projeto e andar para a frente. [...] Antigamente vivia-se sem isso, eu não faço ideia quanto é que isso pode trazer à junta. A junta podia trazer cinco funcionários e agora trás 20. Com esse dinheiro da renda” (Entrevista CSA Residente Amareleja 6)

O impacto direto da central fotovoltaica é também reconhecido. A construção da central empregou mão-de-obra da região na área da construção civil e criou 20 postos de trabalho permanentes. A criação de emprego é um aspeto valorizado no atual contexto de crise económica e elevado desemprego:

é como lhe digo, vou a ver e não percebo nada daquilo, já sou velha e percebo lá como é que é aquilo. Sei que trabalhou aí muita gente e que é o que é preciso é trabalho, para pessoas de cá e de fora. (Entrevista CSA Residente Amareleja 4)

³⁷ Ao contrário do que acontece com os parques eólicos não existe qualquer partilha de rendimentos com o poder local prevista por lei. Os únicos rendimentos provenientes da central são o valor pago à junta de freguesia pelo aluguer de terrenos e o encaixe financeiro da Câmara Municipal de Moura com a venda da Amper.

A criação de emprego ganha outra dimensão na perspetiva dos habitantes mais jovens, em idades próximas da entrada no mercado de trabalho. Os mais jovens valorizam não apenas a criação de emprego, mas também a criação de emprego qualificado. A central emprega uma equipa técnica composta por 10 pessoas, entre as quais um engenheiro natural da localidade:

E quando foi, comecei a ver que para além de haver pessoas realmente empregadas, aqui, e pessoas que acabavam uma licenciatura e podiam arranjar emprego na própria terra, o que era fantástico. (Entrevista CSA Associação Local 2)

Contudo, estes impactos não são isentos de crítica. Alguns têm a opinião que o impacto da central ficou aquém das expectativas geradas pela dimensão do projeto:

Na verdade há 10 ou 12 pessoas que lá trabalham que são da Amareleja, mas quer dizer, o impacte... na altura falava-se na maior central fotovoltaica do mundo, quer dizer, arranjam-se 10 ou 12 postos de trabalho, não vejo grande peso, não vejo onde é que está..., porque as pessoas quando se falava e estavam de coração aberto, pensando que eventualmente [...] as pessoas beneficiavam dos custos a nível do consumo elétrico... não houve nenhuma benesse [para a] população. (Entrevista Presidente da Junta de Freguesia)

A expectativa de benefícios diretos surge frequentemente no discurso sobre o impacto da central. Na opinião de um dos entrevistados os interesses da população de Amareleja não foram acautelados na negociação de contrapartidas durante a venda da licença.

essa negociação podia ter sido melhor porque, por exemplo, normalmente quando se instala uma fábrica ou qualquer outra coisa que seja numa terra em que se usufrui do espaço e da própria localidade, existem contrapartidas que aqui neste caso não foram negociadas. (Entrevista CSA Residente Amareleja 7)

Na opinião de outro residente local, os benefícios do projeto não foram justamente distribuídos entre a população de Amareleja e a sede do concelho.

Quem acabou por ganhar foi Moura. É que Moura fizeram lá as oficinas para fazer os painéis [...]. Agora aqui, aquilo não mete, aqui não tem ninguém a trabalhar

praticamente. Tem aí dois ou três que fazem aí a manutenção daquilo, mais nada. Em Moura é que têm as oficinas. (Entrevista CSA Residente Amareleja 3)

O programa de apoio à microgeração foi criado com a intenção de alargar os benefícios do projeto à população do concelho, contudo o programa é baseado num fundo limitado que não permitiu que todos os interessados tivessem acesso aos apoios.

Pois, isso também, isso também houve uma certa falha na comunicação. Porque criou-se, criou-se a Lógica que é uma empresa municipal que licenciava esse tipo de instalações e depois aquilo existe uma quota de mercado que não pode exceder aqueles megawatts de instalação. E depois quando as pessoas cá, se alguma queria licenciar já estava grande parte da quota preenchida, licenciada. Isso foi uma falha não sei se da parte da Câmara, se da parte da Lógica, se falta de informação das pessoas, isso também não sei. (Entrevista CSA Residente Amareleja 7)

Dinâmicas tecnocientíficas locais: a Lógica e a Central Fotovoltaica da Amareleja

A ideia de uma empresa dedicada à investigação e desenvolvimento surge enquadrada neste projeto como forma de garantir a sustentabilidade do impacte económico do projeto a longo prazo:

Fez parte do processo negocial porque, ao Presidente da Câmara parecia-lhe, e creio que bem, que fazer apenas e só uma central fotovoltaica, era curto, por mais rendimentos que aquilo gerasse no imediato, não é, ou por mais rendas que viesse a gerar para a Junta de Freguesia, era insuficiente e era curto. Para já, porque não gerava muitos postos de trabalho, não garantia postos de trabalho, que é aquilo que a fábrica de montagem de painéis garante, e por outro lado, não criava expectativas de desenvolvimento em termos de futuro, que é aquilo que a Lógica, por outro lado, dá. (Entrevista CSA Ex-Vice-Presidente da Câmara)

Ao longo do processo de negociação das condições de instalação da central e de venda da participação no projeto, a Câmara de Moura iniciou contactos com algumas instituições ligadas à investigação científica para a criação de parcerias com vista à instalação do centro de investigação em Moura. Além de efetuar contactos com o Instituto Superior

Técnico, a Câmara de Moura assina um protocolo de colaboração com o Instituto Superior de Engenharia de Lisboa³⁸ e apoia um evento da Sociedade Portuguesa de Engenharia de Materiais.³⁹

O processo de licenciamento acaba por se arrastar por alguns anos, ao longo dos quais se assiste a uma alteração geográfica da produção de células fotovoltaicas. A entrada dos países asiáticos, principalmente a China, que em poucos anos se torna o principal produtor de células, leva à retração da indústria europeia do sector. Como consequência, a BP Solar acaba por se afastar do projeto em 2005. Em 2006, a posição na empresa detentora da licença é vendida à espanhola Acciona e a central fotovoltaica é concluída em 2008, mas a unidade industrial construída em Moura, inicialmente projetada no PIDSCMR como uma linha de produção integral de painéis, incluindo os respetivos módulos fotovoltaicos, apenas faz a montagem de painéis fotovoltaicos com módulos importados do exterior. Só após a implantação da central a Câmara de Moura reúne as condições para dar início ao desenvolvimento da Lógica. O rendimento gerado pela venda da Amper Solar e pela criação de um fundo social como contrapartida da venda disponibilizam os fundos necessários para usar como contrapartida na obtenção de financiamento comunitário para construção da sede da empresa e para a execução de projetos:

Porque nós afetámos [...] um milhão de euros aquilo que são os projetos da Lógica, que permitiu alavancar, investimentos na casa dos sete milhões de euros, através dos fundos comunitários em que a gente utilizava este fundo como contrapartida nacional, [...] nós fizemos o edifício de emissões zero, para a empresa municipal teve um custo zero também, porque uma parte foi financiada por fundos comunitários e outra parte foi financiada por esse fundo, não é?! [...] Todos esses projetos que aparecem, se não tivéssemos feito esse trabalho, não sabíamos o que era esse sector de atividade, não é. (Entrevista CSA Presidente da Câmara Municipal)

A Lógica é então criada em 2008 com o objetivo estatutário de desenvolver uma «infraestrutura [...] potenciadora de um clima favorável à inovação de base tecnológica, tirando partido das sinergias e complementaridades entre a comunidade científica e empresarial»,⁴⁰ com o enfoque nas responsabilidades autárquicas de desenvolvimento local e regional.

³⁸ Protocolo de Cooperação ente o Instituto Superior de Engenharia de Lisboa e a Amper Solar.

³⁹ Ata Câmara Municipal de Moura 20/06/2003.

⁴⁰ Estatutos da Lógica – Sociedade Gestora do Parque Tecnológico de Moura, EM SA.

A relação da Câmara Municipal de Moura com as universidades, assim como a intenção de estabelecer relações com o tecido socioeconómico local, consolidam-se na estrutura acionista da Lógica. A Câmara Municipal aparece como acionista maioritário, acompanhada de três instituições de ensino superior - Instituto Superior Técnico, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Instituto Politécnico de Beja - e duas organizações locais - Associação de Micro, Pequenos e Médios Empresários do Alentejo Interior e a Cooperativa Moura de Interesse Municipal de Responsabilidade Limitada (COMOIPREL).⁴¹

Ao longo de todo o processo de negociação da central, a Câmara Municipal envolveu-se num conjunto de projetos de colaboração com outros municípios na área da energia e sustentabilidade. A Lógica veio a assumir responsabilidades em muitos destes projetos, consolidando uma linha de orientação virada para a colaboração intermunicipal na área da energia. A lista de projetos é variada no alcance e temática, enquadrando projetos internacionais virados para o desenvolvimento industrial («Sunflower»), transição energética em cidades («Energy Cities») e de âmbito nacional na construção sustentável («Rede Ecos»). Estes projetos tiveram importância na formação das redes de contactos da Lógica:

Isto é, as pessoas que estão na área dos projetos ou na gestão mais estratégica da empresa eram pessoas que vinham de outros locais, tinham outros contactos, tinham outras parcerias e, portanto, foi relativamente fácil encontrar novas parcerias para desenvolver esses projetos. Uns são diretamente geridos pela Lógica, ou foram; alguns projetos já terminaram, outros a Lógica fazia a gestão e tomava a dianteira em nome da câmara municipal, somos uma empresa municipal e portanto, fazia parte das nossas competências. (entrevista CSA Lógica)

Outras colaborações desenvolveram-se como resultado da experiência desenvolvida pela Lógica no concelho de Moura e contribuíram para estabelecer a empresa como polo de conhecimento a nível regional na área da energia:

A Lógica assinou um acordo de cooperação com Barrancos e com Serpa para, basicamente a experiência que nós temos em Moura da redução das emissões, do trabalhar as eficiências energéticas, a produção de energia, alargarmos a uma área de intervenção maior – ajudar o município de Barrancos e ajudar o município de Serpa. Com as questões da sensibilização, da informação para a comunidade, da promoção da cultura científica e tecnológica, trabalhamos neste

⁴¹ A COMOIPREL é uma organização formada pela Câmara Municipal de Moura que é responsável pela Escola Profissional da cidade.

momento com nove municípios, portanto, é muito mais do que só este bocadinho. (Entrevista CSA Lógica)

Em 2010, a Lógica passa a ocupar um edifício construído para albergar a empresa no tecnopolo de Moura. As novas instalações trazem as condições necessárias à empresa para alargar o espectro da sua atividade. A Lógica inicia um processo de criação de um laboratório de certificação de painéis fotovoltaicos através de um pedido de reconhecimento ao Instituto Português para a Acreditação, que é finalizado no final de 2012 com a acreditação de duas normas IEC⁴² (International Electrotechnical Commission) para um conjunto de ensaios (elétricos, óticos, térmicos e mecânicos) em módulos fotovoltaicos de filme fino e de silício cristalino. Em 2014, a Lógica retoma contactos com o IPEC com o objetivo de alargar as competências no âmbito das normas EIC, com o pedido de certificação de uma maior gama de ensaios técnicos.

A Lógica é também a entidade responsável pelo tecnopolo de Moura, um espaço de 342 mil m², localizado na periferia da cidade e que tem por finalidade o «apoio à instalação e modernização de empresas, internacionalização das empresas e do Parque através da inserção em redes, promoção e realização de projetos de I&DT de natureza industrial, demonstração de práticas e resultados, educação e formação e apoio ao empreendedorismo»⁴³. Para além do edifício da própria Lógica, o tecnopolo começa por acolher a fábrica de montagem de painéis fotovoltaicos aberta pela Acciona Energia em 2009, no âmbito do acordo estabelecido para a venda da posição da Câmara Municipal de Moura à Amper Solar.

A criação da Lógica deu ainda condições à Câmara Municipal de Moura para a cooperação com as universidades em atividades de investigação e desenvolvimento, com o objetivo de criar perspetivas de impacte socioeconómico do projeto a longo prazo:

E há uma outra área em que eu penso que a Lógica pode e deve desenvolver trabalho e que tem a ver com investigação, investigação ligada ao desenvolvimento. (...) Vale-nos de relativamente pouco, termos aqui um processo de certificação, ou termos uma entidade que trabalha a partir de um sítio que é, que está um pouco na periferia em termos geográficos, sem haver uma ligação, bom, a tecido empresarial seguramente, por um lado, mas ao tecido que é de produção científica, por outro. [...] Se nós tivermos no Município, uma empresa que é auto sustentável ou que caminha nessa direção, e que produz X papers por ano, e que têm peer reviews, quer dizer, consegue gerar conhecimento e consegue produzir informação, julgo que aí teremos condições para que haja um

⁴² IEC 61646:2008 e IEC 61215:2005.

⁴³ Estatutos da Lógica – Sociedade Gestora do Parque Tecnológico de Moura, EM SA.

efeito de dominó, e que passe a Lógica para o exterior. (Entrevista CSA Ex-Vice-Presidente da Câmara Municipal)

Neste sentido, a Lógica conseguiu estabelecer a participação em alguns consórcios de projetos financiados no âmbito dos Programas-Quadro, um em colaboração com o Instituto Superior Técnico e outro com a Universidade do Porto, em adição a outros parceiros internacionais que incluem tanto empresas como universidades estrangeiras. Tem também vários projetos de colaboração com instituições de ensino superior e I&D como a Universidade de Aveiro, o Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, o Instituto de Telecomunicações, a Universidade do Minho, e o INEGI Porto e com empresas como a EACampos, Solar Plus, e Feranova. Uma das atividades mais destacadas é a participação da Lógica no Square Kilometer Array (SKA), um radiotelescópio internacional a ser construído na África do Sul e Austrália, que permitiu negociar a instalação do centro de experimentação europeu do projeto em Moura.

Isso é interessante porque permite aqui o desenvolvimento de uma série de conhecimento da energia solar em Portugal, fazer mexer aqui a economia local, assumimos portanto as questões da ciência e tecnologia que são importantes para o desenvolvimento tecnológico, mas também conseguimos garantir que os laboratórios da Lógica são quem faz os testes e a certificação da tecnologia que vai ser associada às antenas e portanto garantimos financiamento porque esses roteiros são de 2014, são 6 anos. Nós conseguimos garantir financiamento para este ano. Portanto, o laboratório funciona, não estamos não dependentes destas flutuações do mercado, há garantias de funcionamento e desenvolver este, o facto de estarmos no centro para o SKA é muito interessante. Atrás destas entidades em que há os institutos de investigação [...] um trás outro, pode ser muito interessante [...] neste momento o que nos motiva muito é esta questão do SKA. (Workshop CSA intervenção do representante da Lógica)

Por último, a Lógica tem uma importante atividade de contacto com a população local em atividades de promoção da cultura científica e tecnológica na área da energia dirigidas a públicos não especializados, centradas no programa «Experimenta Energia», cofinanciado pelo INAlentejo. O projeto permitiu desenvolver uma diversidade de abordagens à divulgação de ciência, com o objetivo de despertar um interesse alargado nas questões de energia:

Percebemos [...] que era preciso ter uma abordagem muito mais integrada que era todos os níveis de ensino (...) com uma ligação muito grande à comunidade mas que tinha que ter estas duas

componentes – uma abordagem [...] que nós chamamos a abordagem seca; e depois tínhamos a abordagem mais divertida que foi uma experiência muito interessante a nível europeu até, que nós nos baseamos muito nas performances artísticas através do teatro, da dança, das artes plásticas, em que levamos a exploração dos conceitos de energia e ciência energética através da arte. [...] E mais não seja, as pessoas começaram com curiosidade para perceber um bocadinho mais e nos solicitarem mais a tal abordagem seca [...]. E as pessoas sentiam necessidade de perceber mais concretamente como é que, como é que funciona. (Entrevista CSA Lógica)

Este projeto atraiu também o interesse dos concelhos vizinhos e contribuiu para a afirmação regional da Lógica enquanto centro de conhecimento na área das energias renováveis e eficiência energética.

estava previsto todo o ano, e pensámos talvez no início, eventualmente vamos a Barrancos, a Serpa, a Vidigueira, a Portel, os limítrofes. Começamos a fazer, fizemos as escolas todas de Moura e depois [...] fizemos de fora. Nós já tínhamos dez municípios que iam desde Barrancos a Grândola e quando a câmara de Beja e a câmara de Évora quiseram nós dissemos que não porque uma coisa é fazer uma ali de Viana, Ferreira do Alentejo, em que fizemos as escolas todas, vários níveis de ensino e conseguimos chegar a tudo com esforço. Em Évora fazemos o que fizemos com a câmara e com a biblioteca pública mas são atividades pontuais. Não conseguíamos ir às escolas e ter um programa adaptado para o nível de ensino, para todas as escolas do concelho, nas cidades era impossível (Workshop CSA intervenção do representante da Lógica)

Apesar dos resultados positivos na captação de financiamento para a investigação e na cooperação regional, o laboratório e o tecnopolo não conseguiram ainda alcançar as expectativas em termos de impacte socioeconómico local. A instalação de novas empresas viu-se afetada por atrasos na construção das infraestruturas que fizeram coincidir a conclusão do tecnopolo com a retração da indústria fotovoltaica na Europa e com a crise financeira de 2007:

Cá em Portugal [...] só existem duas unidades, só em Évora e depois lá em cima, que tem a Martifer. Em Espanha não há nenhuma fábrica a operar... e, portanto, deixou de haver basicamente mercado. [...] As condições de produção ao nível europeu mudaram muito, os nichos de investimento e a aposta nas políticas nacionais da micro geração, da mini geração, e de outras. Tivemos ainda aqui o factor motivação [...] porque a nível nacional seríamos o único laboratório a ter vários serviços – de certificação e de testes conducentes à certificação para aquelas normas para as tecnologias. E depois isso, acabou por, houve cortes de financiamento, problemas tecnológicos, instalou-se a crise na generalidade, e portanto, [...] isso está cada vez mais longe de se concretizar. (Workshop CSA intervenção do representante da Lógica)

A mudança de governo em 2011 também não foi favorável às atividades da Lógica. O governo do Partido Socialista cessante foi um dos principais promotores do crescimento das energias renováveis em Portugal e foi substituído por um governo cujo programa favoreceu a contenção orçamental, com consequências na política de incentivos às energias renováveis:

Porque a mudança de governo não é só da política nacional, mas é depois também na política regional [...] Em que funciona ao contrário, nós tínhamos um sistema centralizado pró renováveis e muito dinâmico nesta área das renováveis e os serviços regionais era muito, não era uma grande aposta regional nesta área das energias, muda o governo, a nível central deixa de ser uma prioridade e as energias renováveis passaram para terceiro plano e em termos regionais a energia ganhou um peso muito mais importante. Portanto, nunca tivemos o ótimo, não é? (Entrevista CSA Lógica)

Na perspetiva da Lógica, a diversificação de atividades é importante na sustentabilidade da empresa a longo prazo. A dependência do sector das energias renováveis do apoio público traz consigo riscos de roturas com políticas ou práticas administrativas com as mudanças de governo ou de responsável pela pasta da energia.

Não está demasiado focado para um determinado conjunto de ações, porque estas produções de energia são muito... voláteis de governo para governo, e se calhar durante estes seis anos vamos ter quatro ou cinco governos, e pronto, talvez não sejam governos, mas pelo menos ministros ou secretários de estado. Não podia ser demasiado focado, é muito aberto mas contendo as questões de tecnologias. (Workshop CSA intervenção do representante da Lógica)

A diversificação é igualmente vista como importante para a sustentabilidade do tecnopolo de Moura. Devido ao abrandamento do sector fotovoltaico na Europa, a Lógica tenta procurou atrair laboratórios ligados a outros sectores industriais.

Não nos cingimos ao solar fotovoltaico, e também no domínio da sustentabilidade e dos serviços ambientais. E, portanto, as empresas que vamos ter ali instaladas, uma é fotovoltaico puro, as outras são na área dos laboratórios [...]. Por exemplo, das empresas que fazem produção de ervas aromáticas, óleos essenciais e tudo o mais, mandam fazer as análises em Espanha, em França, porque em Portugal não há laboratórios para esse tipo de atividades. O nosso objetivo é também criar aqui alternativas. Como temos o único laboratório fotovoltaico, podemos criar outro tipo de laboratórios que são únicos no país, não é, e isso criar aqui uma certa, um certo dinamismo

enquanto o sector fotovoltaico não é novamente renascido ou é revitalizado, nós podemos apostar aqui noutras atividades. (Entrevista CSA Lógica)

Conclusão

O caso da Lógica abrange muitas dos tópicos desenvolvidos ao longo trabalho. É única no sentido em que não é uma unidade de I&D académica, mas também não é parte do sector privado. Ao estar enquadrada como empresa municipal guia-se por objetivos de promoção da investigação e inovação direcionados ao desenvolvimento local e regional e neste sentido é exemplo do tipo de diversidade organizacional que caracteriza o Modo 2. A Lógica conseguiu dinamizar simultaneamente a cooperação com universidades e com o sector privado tornando-se local de confluência entre academia, empresas e sociedade. Esta dinâmica acabou por traduzir-se em sucesso na captação de financiamento europeu, na internacionalização da empresa e na construção de um know-how que lhe permite atuar como referência regional na área da eficiência energética e da energia solar.

Contudo, a atuação da Lógica é estrangida por muitas das limitações já discutidas em capítulos anteriores. Devido à retração da indústria fotovoltaica europeia, à mudança política para um governo menos aberto a investir na transição energética e à falta de robustez do tecido económico nacional no que toca ao investimento em inovação, a Lógica tem dificuldades em impulsionar o tecnopolo que tem sob sua tutela e que se esperava ser o principal contributo do projeto para o desenvolvimento do concelho e da região.

Conclusão

Este trabalho de investigação procurou explorar as relações entre ciência e sociedade numa área científica particular que, apesar da sua relevância social, está escassamente estudada: a investigação em energias renováveis. Existe uma tradição de trabalho sobre áreas científicas, como por exemplo a biotecnologia ou a nanotecnologia, que são regulamente abordadas pela investigação em ciências sociais devido às suas práticas de densa colaboração com a indústria. Este trabalho procurou abordar uma área que para além deste potencial de transferência de tecnologia passou por um período de elevada visibilidade social e atenção mediática devido ao programa de implantação acelerada de energias renováveis.

Procurou-se compreender a investigação científica em várias das suas dinâmicas de ligação à sociedade, o financiamento de ciência, a colaboração científica, as práticas de colaboração com indústria, a proteção de propriedade intelectual e a divulgação científica.

Este trabalho foi organizado em duas partes que diferem em perspetiva e em metodologias utilizadas. A primeira tentou dar conta da evolução à presença da investigação em energia nas políticas públicas, tanto na política de ciência como na política de energia e do seu impacto na dinâmica de formação da comunidade de investigadores em Portugal ao longo do período 2001-2015 baseada em análise documental, análise bibliométrica e análise de redes. A segunda, incidiu sobretudo sobre as práticas e as representações dos investigadores sobre várias dimensões da atividade científica, em particular as relacionadas com as ligações entre ciência e sociedade, e é baseada num conjunto de entrevistas a investigadores em posições destacadas na rede analisada durante a primeira do trabalho.

Este trabalho tem também uma componente de exploração metodológica que vale a pena destacar. Em primeiro lugar na implementação de um processo de automatização do processamento de dados. Muita da informação relevante contida nas bases de dados bibliográfica encontra-se no campo de morada dos autores e não é facilmente extraível. O algoritmo de *parsing* desenvolvido para este trabalho permite decompor o campo de

morada nos seus componentes de forma a extrair os dados referentes ao nome, instituição e país dos autores posteriormente usados para construir a rede. Em segundo, na complementaridade entre a rede de dados bibliométricos e as entrevistas. A construção prévia da rede auxiliou na escolha de potenciais entrevistados ao permitir identificar facilmente os principais grupos de investigação a trabalhar em energias renováveis em Portugal.

Verificou-se que a política energética europeia tem enquadrado a importância da investigação na transição energética desde a publicação do Livro Branco - Energia para o futuro em 1997. A investigação em energia sustentável tem também vindo a ganhar em destaque e volume de financiamento nos sucessivos programas-quadro, culminando no enquadramento do objetivo “Energia segura, limpa e sustentável” enquanto um de seis desafios sociais para a estratégia Europa 2020.

As políticas científica e de energia nacionais seguiram a tendência europeia embora de forma menos vinculada e tardia. Só a partir de meados da década de 2000 surgem instrumentos de fomento da investigação em energias renováveis com a criação da rubrica de sistemas de energia na concurso de projetos da Fundação para a Ciência e Tecnologia, o início do Programa MIT-Portugal, a criação de um fundo de investigação como contrapartida dos concursos de licença de ligação dos parques eólicos e a intenção de pôr a coordenação da investigação na área sob responsabilidade do Ministério da Economia e Inovação inscrita na Estratégia Nacional para a Energia de 2005.

As combinações destas políticas com o dinamismo de crescimento da ciência durante o mesmo período contribuíram para a formação de uma comunidade na área com um número crescente de publicações, consolidação de grupos de investigação nas principais universidades portuguesas. Também se verificou que apesar dos esforços feitos a nível nacional para fomentar a investigação em energias renováveis, os grupos de investigação estão sobretudo dependentes dos programas europeus para se financiarem.

Na análise das redes de coautoria reforça-se a ideia de consolidação da comunidade de investigação em energias renováveis. A rede fragmentada de pequenos grupos da primeira metade da década de 2000 deu lugar a uma rede mais coesa constituída por grupos de maior dimensão, centrados em alguns autores que publicaram várias dezenas de artigos na área ao longo do período 2011-2015. No entanto, os grupos de investigação estão relativamente fechados entre si e não parecem haver indícios de colaboração interdisciplinar. A proporção da colaboração internacional no total diminuiu ao longo deste período e reforçou-se a relação científica com países com os quais os

investigadores portugueses tendem a manter mais relações de colaboração bilateral - Espanha, Brasil e EUA.

Verificou-se também que os investigadores mantêm uma posição favorável em relação à produção de conhecimento em contexto de produção e à participação de outras organizações no campo científico, em particular as empresas. A lógica de registo de propriedade intelectual e de colaboração com a indústria estão disseminadas, isto não se reflete de forma significativa a nível de participação conjunta em projetos ou a nível de coautoria de artigos ou registos de propriedade intelectual.

Constatou-se ainda que os investigadores rejeitam, em grande medida, a conceção clássica do trabalho académico guiado por objetivos autónomos das sociedades em que se encontra inserido. A capacidade de retribuir o investimento na ciência através da produção de conhecimento socialmente útil é visto como uma obrigação moral da comunidade científica, mas também é reconhecida a existência de barreiras à prossecução destes objetivos devido ao predomínio da publicação científica na avaliação para progressão das carreiras dos investigadores.

Por último, estudo de caso da Lógica, criada no seguimento da Central Fotovoltaica de Amareleja, reflete em grande medida as mesmas dificuldades. Esta empresa municipal de Moura atingiu os seus objetivos na captação de financiamento europeu e na cooperação com as universidades portuguesas. Mas, por outro lado, mantém algumas dificuldades em impulsionar o tecnopolo que permitiria criar valor para o concelho através da instalação de alguma indústria ligada ao sector, em grande parte devido à retração do investimento na área.

Em suma, a investigação em energias renováveis mostra-se concordante em algumas das suas características com a ideia da transformação da ciência no sentido de uma maior abertura para com a sociedade. Em primeiro lugar, o próprio desenvolvimento desta área de investigação é impulsionado por uma dinâmica social e política de fomento de alternativas aos combustíveis fósseis, que se traduz num reforço do investimento científico e da atratividade da área. Em segundo, porque os investigadores revêem-se numa ciência que promova a colaboração com outras organizações, o registo de propriedade intelectual, o empreendedorismo científico e a divulgação para públicos não especializados.

No entanto, a extensão destas transformações é limitada. A emergência de uma investigação de natureza fortemente interdisciplinar, uma das características previstas para uma ciência de Modo 2, em que as barreiras disciplinares se estariam a desvanecer

para dar lugar a uma organização baseada na solução de problemas, não se verifica neste caso.

O mesmo se passa com os modelos de avaliação das carreiras, embora exista um alinhamento entre o discurso dos investigadores e o discurso político dominante que promove a abertura da universidade, os incentivos aos investigadores continuam a ser em grande medida baseados na produção académica - os artigos nas publicações científicas de referência.

A ciência tem um papel crescente no mundo contemporâneo. Este trabalho procurou contribuir para a compreensão das dinâmicas da atividade científica em Portugal tendo por base uma área de investigação emergente. No entanto, a análise de uma área de investigação oferece uma perspetiva limitada e para compreender este fenómeno é necessária investigação adicional focada numa diversidade de outras áreas científicas.

Este trabalho deixa pistas para novas investigações. A complementaridade entre o método extensivo (análise de redes de coautoria) e o método intensivo (entrevistas) tem potencial adicional que não foi explorado por cair fora do âmbito definido para este trabalho. Um estudo mais focado no papel dos atores no funcionamento própria rede de colaboração poderia tirar partido dum diálogo mais sistemático entre os dois métodos, em que a informação recolhida através de entrevistas ou inquéritos poderia ser usada na compreensão da rede. Um dos desafios deste tipo de abordagem é a tradição de anonimato de algumas metodologias de recolha de dados em ciências sociais que entra em conflito com a necessidade de identificação dos atores numa análise qualitativa das redes sociais.

O trabalho deixou também ferramentas que podem ser usadas para expandir o trabalho. Os algoritmos desenvolvidos permitem facilmente ser usados para trabalhar novas bases bibliométricas de outras áreas científicas para criar uma imagem mais compreensiva da colaboração científica em Portugal. Ficou também por explorar a dimensão institucional da colaboração. Há todo um conjunto de dinâmicas regionais de colaboração que são mais facilmente detetáveis numa análise das redes de colaboração entre as organizações que fazem I&D que não foram exploradas pela dificuldade adicional em desambiguar os seus nomes de forma fiável.

Bibliografia

- Aalbers, Rob, Victoria Shestalova, e Viktória Kocsis. 2013. «Innovation policy for directing technical change in the power sector». *Energy Policy* 63. Elsevier: 1240–50. doi:10.1016/j.enpol.2013.09.013.
- Abbasi, Alireza, Jörn Altmann, e Liaquat Hossain. 2011. «Identifying the effects of co-authorship networks on the performance of scholars: A correlation and regression analysis of performance measures and social network analysis measures». *Journal of Informetrics* 5, n.º 4. Elsevier Ltd: 594–607. doi:10.1016/j.joi.2011.05.007.
- Abbasi, Alireza, Liaquat Hossain, Shahadat Uddin, e Kim J. R. Rasmussen. 2011. «Evolutionary dynamics of scientific collaboration networks: multi-levels and cross-time analysis». *Scientometrics* 89, n.º 2: 687–710. doi:10.1007/s11192-011-0463-1.
- Acosta, M, D Coronado, E Ferrándiz, e M D León. 2012. «Regional Scientific Production and Specialization in Europe: The Role of HERD». *European Planning Studies*, n. November 2014: 37–41. doi:10.1080/09654313.2012.752439.
- Aitken, Mhairi. 2009. «Wind Power Planning Controversies and the Construction of “Expert” and “Lay” Knowledges». *Science as Culture* 18, n.º 1: 47–64. doi:10.1080/09505430802385682.
- Aklin, Michaël, e Johannes Urpelainen. 2013. «Political Competition, Path Dependence, and the Strategy of Sustainable Energy Transitions». *American Journal of Political Science* 57, n.º 3: 643–58. doi:10.1111/ajps.12002.
- Albert, Mathieu. 2003. «Universities and the market economy : The differential impact on». *Higher Education* 45: 147–82.
- Albert, Mathieu, Suzanne Laberge, e Wendy McGuire. 2012. «Criteria for assessing quality in academic research: the views of biomedical scientists, clinical scientists and social scientists». *Higher Education* 64, n.º 5: 661–76. doi:10.1007/s10734-012-9519-2.
- Arocena, Rodrigo, e Judith Sutz. 2001. «Changing knowledge production and Latin American universities». *Research Policy* 30: 1221–34. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733300001438>.
- Asheim, Bjørn T., e Lars Coenen. 2005. «Contextualising Regional Innovation Systems in a Globalising Learning Economy: On Knowledge Bases and Institutional Frameworks». *The Journal of Technology Transfer* 31, n.º 1: 163–73. doi:10.1007/s10961-005-5028-0.
- Atkinson-Grosjean, Janet, e Cory Fairley. 2009. «Moral Economies in Science: From Ideal to Pragmatic». *Minerva* 47, n.º 2: 147–70. doi:10.1007/s11024-009-9121-7.
- Ávila, Patrícia. 1998. «Práticas Científicas: Uma Tipologia dos Investigadores Portugueses». *Sociologia - Problemas e Práticas* 26: 85–119.
- Ayari, Nadia, Szabolcs Blazsek, e Pedro Mendi. 2012. «Renewable energy innovations in Europe: a dynamic panel data approach». *Applied Economics* 44, n.º 24: 3135–47. doi:10.1080/00036846.2011.570720.
- Baba, Yasunori, e John P. Walsh. 2010. «Embeddedness, social epistemology and

- breakthrough innovation: The case of the development of statins». *Research Policy* 39, n.º 4. Elsevier B.V.: 511–22. doi:10.1016/j.respol.2010.01.016.
- Baldini, Nicola, Rosa Grimaldi, e Maurizio Sobrero. 2007. «To patent or not to patent? A survey of Italian inventors on motivations, incentives, and obstacles to university patenting». *Scientometrics* 70, n.º 2: 333–54. doi:10.1007/s11192-007-0206-5.
- Barke, Richard P. 2003. «Politics and Interests in the Republic of Science». *Minerva* 41, n.º 4: 305–25. doi:10.1023/B:MINE.0000005153.03357.48.
- Bartunek, Jean M. 2011. «What has happened to mode 2?» *British Journal of Management*. doi:10.1111/j.1467-8551.2011.00773.x.
- Batel, Susana, e Patrick Devine-Wright. 2015. «Towards a better understanding of people's responses to renewable energy technologies: Insights from Social Representations Theory». *Public Understanding of Science* 24, n.º 3: 311–25. doi:10.1177/0963662513514165.
- Batel, Susana, Patrick Devine-Wright, Line Wold, Helene Egeland, Gerd Jacobsen, e Oystein Aas. 2015. «The role of (de-)essentialisation within siting conflicts: An interdisciplinary approach». *Journal of Environmental Psychology* 44. Elsevier Ltd: 149–59. doi:10.1016/j.jenvp.2015.10.004.
- Beck, Ulrich. 1992. *Risk Society. Towards a New Modernity*. Londres, Newbury Park & New Deli: Sage.
- Bell, Daniel. 1973. *The Coming of Post-Industrial Society*. New York: Basic Books.
- Bellotti, Elisa. 2012. «Getting funded. Multi-level network of physicists in Italy». *Social Networks* 34, n.º 2. Elsevier B.V.: 215–29. doi:10.1016/j.socnet.2011.12.002.
- Benner, Mats. 2000. «Institutionalizing the triple helix : research funding and norms in the academic system», 291–301.
- Bento, Nuno, e Margarida Fontes. 2016. «The capacity for adopting energy innovations in Portugal: Historical evidence and perspectives for the future». *Technological Forecasting and Social Change* 113. Elsevier Inc.: 308–18. doi:10.1016/j.techfore.2015.09.003.
- Bergmann, Ariel, Nick Hanley, e Robert Wright. 2006. «Valuing the attributes of renewable energy investments». *Energy Policy* 34, n.º 9: 1004–14. doi:10.1016/j.enpol.2004.08.035.
- Berkhout, Frans, Peter Marcotullio, e Tatsuya Hanaoka. 2012. «Understanding energy transitions». *Sustainability Science* 7, n.º 2: 109–11. doi:10.1007/s11625-012-0173-5.
- Bernasconi, Andrés. 2005. «University entrepreneurship in a developing country: The case of the P. Universidad Católica de Chile, 1985–2000». *Higher Education* 50, n.º 2: 247–74. doi:10.1007/s10734-004-6353-1.
- Bienkowska, Dżamila, e Magnus Klofsten. 2011. «Creating entrepreneurial networks: academic entrepreneurship, mobility and collaboration during PhD education». *Higher Education* 64, n.º 2: 207–22. doi:10.1007/s10734-011-9488-x.
- Bordons, María, Javier Aparicio, Borja González-Albo, e Adrián A. Díaz-Faes. 2015. «The relationship between the research performance of scientists and their position in co-authorship networks in three fields». *Journal of Informetrics* 9, n.º 1. Elsevier Ltd: 135–44. doi:10.1016/j.joi.2014.12.001.

- Borgatti, Stephen P, Ajay Mehra, Daniel J Brass, e Giuseppe Labianca. 2009. «Network Analysis in the Social Sciences». *Science* 323, n.º April: 892–96.
- Bourdieu, Pierre. 1991. «The Peculiar History of Scientific Reason». *Sociological Forum* 6, n.º 1: 3–26.
- Bourke, P., e Linda Butler. 1996. «Publication types, citation rates and evaluation». *Scientometrics* 37, n.º 3: 473–94. doi:10.1007/BF02019259.
- Brin, Sergey, e Lawrence Page. 2013. «The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine». *Science* 4, n.º 4: 161–94. doi:10.1006/obhd.1996.0067.
- Brondi, Sonia, Alessandra Armenti, Paolo Cottone, Bruno M. Mazzara, e Mauro Sarrica. 2014. «Parliamentary and press discourses on sustainable energy in Italy: No more hard paths, not yet soft paths». *Energy Research and Social Science* 2. Elsevier Ltd: 38–48. doi:10.1016/j.erss.2014.04.011.
- Butts, Carter T. 2009. «Revisiting the foundations of network analysis». *Science (New York, N.Y.)* 325, n.º 5939: 414–16. doi:10.1126/science.1171022.
- Calvert, Jane. 2004. «The idea of “basic research” in language and practice». *Minerva*, 251–68.
- Carvalho, Teresa, e Sara Diogo. 2018. «Exploring the relationship between institutional and professional autonomy: a comparative study between Portugal and Finland». *Journal of Higher Education Policy and Management* 40, n.º 1. Routledge: 18–33. doi:10.1080/1360080X.2018.1395916.
- Castellani, B, e FW Hafferty. 2009. *Sociology and complexity science: a new field of inquiry*. System. Berlin: Springer.
- Castells, Manuel. 2011. *The Rise of the Network Society : the Information Age: Economy, Society, and Culture Volume I*. Wiley.
- Cherp, Aleh, Jessica Jewell, e Andreas Goldthau. 2011. «Governing Global Energy: Systems, Transitions, Complexity». *Global Policy* 2, n.º 1: 75–88. doi:10.1111/j.1758-5899.2010.00059.x.
- Chimhundu, Chipso, Kylie de Jager, e Tania Douglas. 2015. «Sectoral collaboration networks for cardiovascular medical device development in South Africa». *Scientometrics* 105, n.º 3. Springer Netherlands: 1721–41. doi:10.1007/s11192-015-1743-y.
- Colombo, Massimo, Philippe Mustar, e Mike Wright. 2009. «Dynamics of Science-based entrepreneurship». *The Journal of Technology Transfer* 35, n.º 1: 1–15. doi:10.1007/s10961-009-9114-6.
- Comissão Europeia. 1996. *COM (96) 576 Energy for the Future: Renewable Sources of Energy. Green Paper for a Common Strategy*.
- . 1997. *COM (97) 599 Energy for the Future: Renewable Sources of Energy. White Paper for a Community Strategy and Action Plan*.
- . 2006a. *COM(2006) 847 Towards a European Strategic Energy Technology Plan*.
- . 2006b. *COM (2006) 105 Green Paper. A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy*.
- . 2007. *COM(2007) 0723 A European strategic energy technology plan (Set-plan) - «Towards a low carbon future»*.

- . 2009. *COM (2009) 0519 Investing in the Development of Low Carbon Technologies (SET-Plan)*.
- . 2013. *COM (2013) 253 Energy Technologies and Innovation*.
- . 2015. *COM (2015) 6317 Towards an Integrated Strategic Energy Technology (SET) Plan: Accelerating the European Energy System Transformation*.
- Conselho de Ministros. 2001. *Resolução do Conselho de Ministros 154/2001 Programa E4*.
- . 2005. *Resolução do Conselho de Ministros 169/2005*.
- . 2010. *Resolução do Conselho de Ministros 73/2010*.
- . 2013. *Resolução do Conselho de Ministros 20/2013*.
- Cornell, Sarah, Frans Berkhout, Willemijn Tuinstra, J. David Tabara, Jill Jäger, Ilan Chabay, Bert de Wit, et al. 2013. «Opening up knowledge systems for better responses to global environmental change». *Environmental Science & Policy* 28, Abril: 60–70. doi:10.1016/j.envsci.2012.11.008.
- Costa, António Firmino da, Palma Conceição, Cristina, Inês Pereira, Pedro Abrantes, e Maria do Carmo Gomes. 2005. *Cultura Científica e Movimento Social Contributos para a análise do programa Ciência Viva*. Oeiras: Celta Editora.
- Cota, Ricardo G., Anderson A. Ferreira, Cristiano Nascimento, Marcos André Gonçalves, e Alberto H. F. Laender. 2010. «An Unsupervised Heuristic-Based Hierarchical Method for Name Disambiguation in Bibliographic Citations». *JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY* 61, n.º 9: 1853–70.
- Cowan, Robin, e Natalia Zinovyeva. 2013. «University effects on regional innovation». *Research Policy* 42, n.º 3. Elsevier B.V.: 788–800. doi:10.1016/j.respol.2012.10.001.
- Cristina Palma Conceição. 2011. «Promoção de cultura científica. Análise teórica e estudo de caso do programa Ciência Viva». ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa. [https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/4565/1/PhD Cristina Palma Conceição_Promoção de Cultura Científica.pdf](https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/4565/1/PhD%20Cristina%20Palma%20Conceição_Promoção%20de%20Cultura%20Científica.pdf).
- Cronin, Blaise. 2001. «Hyperauthorship: A postmodern perversion or evidence of a structural shift in scholarly communication practices?». *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 52, n.º 7: 558–69. doi:10.1002/asi.1097.
- . 2003. «Scholarly communication and epistemic cultures». *New Review of Academic Librarianship* 9, n.º 1: 1–24. doi:10.1080/13614530410001692004.
- Czarnitzki, Dirk, Wolfgang Glänzel, e Katrin Hussinger. 2009. «Heterogeneity of patenting activity and its implications for scientific research». *Research Policy* 38, n.º 1: 26–34. doi:10.1016/j.respol.2008.10.001.
- Debackere, K, M Luwel, e R Veugelers. 1999. «Can technology lead to a competitive advantage? A case study of Flanders using European patent data». *Scientometrics* 44, n.º 3: 379–400. <http://link.springer.com/article/10.1007/BF02458486>.
- Delicado, Ana. 2006. «Os museus e a promoção da cultura científica em Portugal». *Sociologia, Problemas E Práticas* 51: 53–72. [https://search.proquest.com/openview/da38894cf880bcc9698039b278c2a1a4/1?pq](https://search.proquest.com/openview/da38894cf880bcc9698039b278c2a1a4/1?pq-origsite=scholarlink)

-origsite=gscholar&cbl=1796336.

- Delicado, Ana, Elisabete Figueiredo, e Luís Silva. 2015. «Community perceptions of renewable energies in Portugal: Impacts on environment, landscape and local development». *Energy Research & Social Science*. Elsevier Ltd, 1–10. doi:10.1016/j.erss.2015.12.007.
- Delicado, Ana, Luís Junqueira, Susana Fonseca, Mónica Truninger, Ana Horta, e Elisabete Figueiredo. 2014. «Not in Anyone's Backyard? Civil Society Attitudes towards Wind Power at the National and Local Levels in Portugal». *Science & Technology Studies* 27, n.º 2: 49–71.
- Delicado, Ana, Mónica Truninger, Elisabete Figueiredo, Luís Silva, Luís Junqueira, Ana Horta, Susana Fonseca, e Filipa Soares. 2015. *Terras de Sol e de Vento: dinâmicas sociotécnicas e aceitação social das energias renováveis em Portugal*. Lisboa: Imprensa de Ciências Sociais.
- Devine-wright, Patrick. 2009. «Rethinking NIMBYism : The Role of Place Attachment and Place Identity in Explaining Place-protective Action». *Journal of Community & Applied Social Psychology* 441, n.º November 2008: 426–41. doi:10.1002/casp.
- . 2011. *Renewable Energy and the Public: from NIMBY to participation*. London: Earthscan.
- Devine-Wright, Patrick. 2005. «Beyond NIMBYism: towards an integrated framework for understanding public perceptions of wind energy». *Wind Energy* 8, n.º 2: 125–39. doi:10.1002/we.124.
- Devine-wright, Patrick, e Yuko Howes. 2010. «Disruption to place attachment and the protection of restorative environments : A wind energy case study». *Journal of Environmental Psychology* 30, n.º 3. Elsevier Ltd: 271–80. doi:10.1016/j.jenvp.2010.01.008.
- Edqvist, Olle. 2003. «Layered science and science policies». *Minerva*, 207–21. <http://link.springer.com/article/10.1023/A:1025509629159>.
- Ek, Kristina. 2005. «Public and private attitudes towards ?green? electricity: the case of Swedish wind power». *Energy Policy* 33, n.º 13: 1677–89. doi:10.1016/j.enpol.2004.02.005.
- . 2006. «Quantifying the environmental impacts of renewable energy: the case of Swedish wind power». In *Environmental valuation in developed countries*, ed. David Pearce, 181–210. Cheltenham: Edward ElgarPublishing.
- Elliott, Sarah. 2010. «Survey of Author Name Disambiguation: 2004 to 2010». *Library Philosophy and Practice* 473. <http://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/473/>.
- Etzkowitz, Henry. 1994. «Technology Centers and Industrial Policy: the Emergence of the Interventionist State in the USA». *Science and Public Policy* 21: 79–87.
- . 1996. «Conflicts of interest and commitment in academic science in the United States». *Minerva* 109: 259–77. <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00120327>.
- . 2003a. «Research groups as ‘quasi-firms’: the invention of the entrepreneurial university». *Research Policy* 32, n.º 1: 109–21. doi:10.1016/S0048-7333(02)00009-4.
- . 2003b. «Innovation in Innovation: The Triple Helix of University-Industry-Government Relations». *Social Science Information* 42, n.º 3: 293–337.

doi:10.1177/05390184030423002.

- Etzkowitz, Henry, e Loet Leydesdorff. 2000a. «The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations». *Research policy*, 109–23.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733399000554>.
- . 2000b. «The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations». *Research Policy* 29, n.º 2: 109–23. doi:10.1016/S0048-7333(99)00055-4.
- Felin, Teppo, e Todd R. Zenger. 2014. «Closed or open innovation? Problem solving and the governance choice». *Research Policy* 43, n.º 5. Elsevier B.V.: 914–25. doi:10.1016/j.respol.2013.09.006.
- Ferligoj, Anuska, Luka Kronegger, Franc Mali, Tom A B Snijders, e Patrick Doreian. 2015. «Scientific collaboration dynamics in a national scientific system». *Scientometrics* 104, n.º 3: 985–1012. doi:10.1007/s11192-015-1585-7.
- Fernández de Lucio, Ignacio, Jaider Vega Jurado, e Antonio Gutiérrez Gracia. 2012. «Ciencia e Innovación. Una relación compleja y evolutiva». *Arbor* 187, n.º 752: 1077–89. doi:10.3989/arbor.2011.752n6005.
- Fontes, Margarida. 2007. «Technological Entrepreneurship and Capability Building in Biotechnology». *Technology Analysis & Strategic Management* 19, n.º 3: 351–67. doi:10.1080/09537320701281573.
- Fontes, Margarida, Cristina Sousa, e João Ferreira. 2016. «The spatial dynamics of niche trajectory: The case of wave energy». *Environmental Innovation and Societal Transitions* 19. Elsevier B.V.: 66–84. doi:10.1016/j.eist.2015.09.003.
- Fontes, Margarida, Pedro Videira, e Teresa Calapez. 2013. «The Impact of Long-term Scientific Mobility on the Creation of Persistent Knowledge Networks». *Mobilities* 8, n.º 3: 440–65. doi:10.1080/17450101.2012.655976.
- Forsyth, H., R. Laxton, C. Moran, J. Werf, R. Banks, e R. Taylor. 2008. «Postgraduate coursework in Australia: issues emerging from university and industry collaboration». *Higher Education* 57, n.º 5: 641–55. doi:10.1007/s10734-008-9167-8.
- Fouquet, Roger. 2010. «The slow search for solutions: Lessons from historical energy transitions by sector and service». *Energy Policy* 38, n.º 11. Elsevier: 6586–96. doi:10.1016/j.enpol.2010.06.029.
- Fromhold-Eisebith, Martina, e Claudia Werker. 2013. «Universities’ functions in knowledge transfer: a geographical perspective». *The Annals of Regional Science* 51, n.º 3: 621–43. doi:10.1007/s00168-013-0559-z.
- Frykfors, Carl-Otto, e Håkan Jönsson. 2010. «Reframing the multilevel triple helix in a regional innovation system: a case of systemic foresight and regimes in renewal of Skåne’s food industry». *Technology Analysis & Strategic Management* 22, n.º 7: 819–29. doi:10.1080/09537325.2010.511145.
- Fuccella, Vittorio, Domenico De Stefano, Maria Prosperina Vitale, e Susanna Zaccarin. 2016. «Improving co-authorship network structures by combining multiple data sources: evidence from Italian academic statisticians». *Scientometrics* 107, n.º 1. Springer Netherlands: 167–84. doi:10.1007/s11192-016-1872-y.
- Fujigaki, Yuko, e Loet Leydesdorff. 2000. «Quality control and validation boundaries in

- a triple helix of university-industry-government: “Mode 2” and the future of university research». *Social Science Information* 39, n.º 4: 635–55.
<http://ssi.sagepub.com/content/39/4/635.short>.
- Geels, Frank W. 2002. «Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study». *Research Policy* 31, n.º 8–9: 1257–74. doi:10.1016/S0048-7333(02)00062-8.
- Gibbons, Michael, Camille Limoges, Helga Nowotny, Simon Schwartzman, Peter Scott, e Martin Trow. 2008. *The New Production of Knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*. Los Angeles, London, New Delhi & Singapore: Sage.
- Gibbons, Michael, Camille Limoges, e Peter Scott. 2011. «Revisiting Mode 2 at Noors Slott». *Prometheus* 29, n.º 4: 361–72. doi:10.1080/08109028.2011.641384.
- Glanzel, Wolfgang. 2001. «National characteristics in international scientific co-authorship relations». *Scientometrics* 51, n.º 1: 69–115.
doi:10.1023/A:1010512628145.
- Gmur, Markus. 2003. «Co-citation analysis and the search for invisible colleges »: *Scientometrics* 57, n.º 1: 27–57.
- Godinho, Manuel Mira, e João Caraça. 1999. *O futuro tecnológico: Perspectivas para a inovação em Portugal*. Oeiras: Celta.
- Goldstein, Harvey a. 2008. «The ‘entrepreneurial turn’ and regional economic development mission of universities». *The Annals of Regional Science* 44, n.º 1: 83–109. doi:10.1007/s00168-008-0241-z.
- Gómez, Isabel, María Teresa Fernández, e Jesús Sebastián. 1999. «Analysis of the structure of international scientific cooperation networks through bibliometric indicators». *Scientometrics* 44, n.º 3: 441–57. doi:10.1007/BF02458489.
- Gonçalves, Maria Eduarda. 2000. «The importance of being European: The science and politics of BSE in Portugal». *Science Technology and Human Values* 25, n.º 4: 417–48. doi:10.1177/016224390002500402.
- Gonçalves, ME Maria Eduarda. 1996. «Mitos e realidades da política científica portuguesa». *Revista Crítica de Ciências Sociais*, n. 46: 47–67.
[http://www.ces.uc.pt/publicacoes/rccs/artigos/46/Maria Eduarda Goncalves - Mitos e realidades da politica cientifica portuguesa.pdf](http://www.ces.uc.pt/publicacoes/rccs/artigos/46/Maria%20Eduarda%20Goncalves%20-%20Mitos%20e%20realidades%20da%20politica%20cientifica%20portuguesa.pdf).
- Grimpe, Christoph, e Roberto Patuelli. 2009. «Regional knowledge production in nanomaterials: a spatial filtering approach». *The Annals of Regional Science* 46, n.º 3: 519–41. doi:10.1007/s00168-009-0355-y.
- Groothuis, Peter a., Jana D. Groothuis, e John C. Whitehead. 2008. «Green vs. green: Measuring the compensation required to site electrical generation windmills in a viewshed». *Energy Policy* 36, n.º 4: 1545–50. doi:10.1016/j.enpol.2008.01.018.
- Gulbrandsen, M, e L Langfeldt. 2004. «In search of “Mode 2”: The nature of knowledge production in Norway». *Minerva* 38, n.º 4: 237–50.
<http://link.springer.com/article/10.1023/B:MINE.0000038305.35138.31>.
- Gulbrandsen, Magnus, e Jens-Christian Smeby. 2005. «Industry funding and university professors’ research performance». *Research Policy* 34, n.º 6: 932–50.
doi:10.1016/j.respol.2005.05.004.
- Gully, a., L. Stainer, e A. Stainer. 2015. «Spotlight on solar farms». *Journal of Public*

- Affairs* 15, n.º 1: 14–21. doi:10.1002/pa.
- Han, H., L. Giles, H. Zha, C. Li, e K. Tsioutsoulis. 2004. «Two supervised learning approaches for name disambiguation in author citations». *Proceedings of the 2004 Joint ACM/IEEE Conference on Digital Libraries, 2004.*, 296–305. doi:10.1109/JCDL.2004.1336139.
- Harloe, M, e B Perry. 2004. «Universities, localities and regional development: the emergence of the 'Mode 2' university?» *International Journal of Urban and Regional ...* 15, n.º 2. Elsevier Ltd: 1003–34. doi:10.1016/j.rser.2010.11.015.
- Harzing, Anne Wil, e Satu Alakangas. 2016. «Google Scholar, Scopus and the Web of Science: a longitudinal and cross-disciplinary comparison». *Scientometrics* 106, n.º 2. Springer Netherlands: 787–804. doi:10.1007/s11192-015-1798-9.
- Hasanefendic, Sandra, Maria Teresa Patricio, e Frank G A D E Bakker. 2016. «Field complexity in higher education adaptation : A case of Portuguese polytechnics and the new research mission», n. January.
- Hashi, Iraj, e Nebojša Stojčić. 2013. «The impact of innovation activities on firm performance using a multi-stage model: Evidence from the Community Innovation Survey 4». *Research Policy* 42, n.º 2: 353–66. doi:10.1016/j.respol.2012.09.011.
- Heitor, Manuel, e Marco Bravo. 2010. «Portugal at the crossroads of change, facing the shock of the new: People, knowledge and ideas fostering the social fabric to facilitate the concentration of knowledge integrated communities». *Technological Forecasting and Social Change* 77, n.º 2: 218–47. doi:10.1016/j.techfore.2009.10.006.
- Hellstrom, Tomas, e Merle Jacob. 2000. «Scientification of politics or politicization of science? Traditionalist science-policy discourse and its quarrels with Mode 2 epistemology». *Social Epistemology* 14, n.º 1: 69–77. doi:10.1080/02691720050199315.
- Hessels, Laurens K., e Harro van Lente. 2008. «Re-thinking new knowledge production: A literature review and a research agenda». *Research Policy* 37, n.º 4: 740–60. doi:10.1016/j.respol.2008.01.008.
- Hessels, Laurens K, e Harro van Lente. 2011. «Practical Applications as a Source of Credibility: A Comparison of Three Fields of Dutch Academic Chemistry.» *Minerva* 49, n.º 2: 215–40. doi:10.1007/s11024-011-9167-1.
- Hobman, Elizabeth V., e Elisha R. Frederiks. 2014. «Barriers to green electricity subscription in Australia: “Love the environment, love renewable energy ... but why should I pay more?”» *Energy Research & Social Science* 3. Elsevier Ltd: 78–88. doi:10.1016/j.erss.2014.07.009.
- Hoekman, Jarno, Koen Frenken, e Robert J W Tijssen. 2010. «Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe». *Research Policy* 39, n.º 5. Elsevier B.V.: 662–73. doi:10.1016/j.respol.2010.01.012.
- Horta, Hugo. 2010. «The Role of the State in the Internationalization of Universities in Catching-up Countries: An Analysis of the Portuguese Higher Education System». *Higher Education Policy* 23, n.º 1: 63–81. doi:10.1057/hep.2009.20.
- Horta, Hugo, e Maria Teresa Patrício. 2016. «Setting-up an international science partnership program: A case study between Portuguese and US research

- universities». *Technological Forecasting and Social Change* 113. Elsevier Inc.: 230–39. doi:10.1016/j.techfore.2015.07.027.
- Horta, Hugo, e Francisco M. Veloso. 2007. «Opening the box: Comparing EU and US scientific output by scientific field». *Technological Forecasting and Social Change* 74, n.º 8: 1334–56. doi:10.1016/j.techfore.2007.02.013.
- Hou, Haiyan, Hildrun Kretschmer, e Zeyuan Liu. 2007. «The structure of scientific collaboration networks in Scientometrics». *Scientometrics* 75, n.º 2: 189–202. doi:10.1007/s11192-007-1771-3.
- Jacob, Merle. 2000. «Mode 2 in context: The contract researcher, the university and the knowledge society». In *The Future of Knowledge Production in the Academy*, eds. Merle Jacob e Tomas Hellstrom, 11–27. Buckingham and Philadelphia: Open University Press.
- Jager-Waldau, Arnulf. 2007. «Photovoltaics and renewable energies in Europe». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11, n.º 7: 1414–37. doi:10.1016/j.rser.2005.11.001.
- Jansen, Dorothea, Regina Görtz, e Richard Heidler. 2009. «Knowledge production and the structure of collaboration networks in two scientific fields». *Scientometrics* 83, n.º 1: 219–41. doi:10.1007/s11192-009-0022-1.
- Jeong, Seongkyoon, Jae Young Choi, e Jang Yun Kim. 2014. «On the drivers of international collaboration: The impact of informal communication, motivation, and research resources». *Science and Public Policy* 41, n.º 4: 520–31. doi:10.1093/scipol/sct079.
- Johnson, William H.a. 2008. «Roles, resources and benefits of intermediate organizations supporting triple helix collaborative R&D: The case of Precarn». *Technovation* 28, n.º 8: 495–505. doi:10.1016/j.technovation.2008.02.007.
- Jones, M. P. 2009. «Entrepreneurial Science: The Rules of the Game». *Social Studies of Science* 39, n.º 6: 821–51. doi:10.1177/0306312709104434.
- Kaldellis, J. K. 2005. «Social attitude towards wind energy applications in Greece». *Energy Policy* 33, n.º 5: 595–602. doi:10.1016/j.enpol.2003.09.003.
- Kaldellis, J. K., M. Kapsali, El Kaldelli, e Ev Katsanou. 2013. «Comparing recent views of public attitude on wind energy, photovoltaic and small hydro applications». *Renewable Energy* 52. Elsevier Ltd: 197–208. doi:10.1016/j.renene.2012.10.045.
- Kammen, Daniel M, Kamal Kapadia, e Matthias Fripp. 2004. «UNIVERSITY OF CALIFORNIA BERKELEY REPORT OF THE RENEWABLE AND APPROPRIATE ENERGY LABORATORY Putting Renewables to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate? PUTTING RENEWABLES TO WORK: HOW MANY JOBS CAN THE CLEAN ENERGY INDUSTRY GENERATE?» 2004. <http://socrates.berkeley.edu/~kammen>.
- Kamp, Linda M. 2007. «The Importance of Learning Processes in Wind Power Development». *European Environment* 346: 334–46. doi:10.1002/eet.
- Karlsen, James, e Miren Larrea. 2012. «Bridging the gap between academic research and regional development in the Basque Country». *European Journal of ...* 47, n.º 1: 122–38. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1465-3435.2011.01512.x/full>.
- Katchanov, Yuriy L., Yulia V. Markova, e Natalia A. Shmatko. 2016. «How physics

- works: scientific capital in the space of physics institutions». *Scientometrics* 108, n.º 2. Springer Netherlands: 875–93. doi:10.1007/s11192-016-2005-3.
- Katz, J.Sylvan, e Ben R. Martin. 1997. «What is research collaboration?» *Research Policy* 26, n.º 1: 1–18. doi:10.1016/S0048-7333(96)00917-1.
- Katz, J S. 1994. «Geographical Proximity and Research Collaboration». *Scientometrics* 1, n.º 1: 31–41.
- Kim, Jinseok, Liang Tao, Seok Hyoung Lee, e Jana Diesner. 2016. «Evolution and structure of scientific co-publishing network in Korea between 1948–2011». *Scientometrics* 107, n.º 1. Springer Netherlands: 27–41. doi:10.1007/s11192-016-1878-5.
- Kim, Minjeong, e Han Woo Park. 2011. «Measuring Twitter-based political participation and deliberation in the South Korean context by using social network and Triple Helix indicators». *Scientometrics* 90, n.º 1: 121–40. doi:10.1007/s11192-011-0508-5.
- Kim, Younghwan, Wonjoon Kim, e Taeyong Yang. 2012. «The effect of the triple helix system and habitat on regional entrepreneurship: Empirical evidence from the U.S.» *Research Policy* 41, n.º 1. Elsevier B.V.: 154–66. doi:10.1016/j.respol.2011.08.003.
- Kleinman, Daniel L E E, e Steven P Vallas. 2001. «Science , capitalism , and the rise of the “knowledge worker””: The changing structure of knowledge production in the United States”». *Theory and Society*, 451–92.
- Klitkou, Antje, e Helge Godoe. 2013. «The Norwegian PV manufacturing industry in a Triple Helix perspective». *Energy Policy* 61, Outubro. Elsevier: 1586–94. doi:10.1016/j.enpol.2013.06.032.
- Krauss, Werner. 2010. «The ‘Dingpolitik’ of Wind Energy in Northern German Landscapes: An Ethnographic Case Study». *Landscape Research* 35, n.º 2: 195–208. doi:10.1080/01426390903557972.
- Kronegger, Luka, Anuška Ferligoj, e Patrick Doreian. 2011. «On the dynamics of national scientific systems». *Quality and Quantity* 45, n.º March: 989–1015. doi:10.1007/s11135-011-9484-3.
- Kunze, Conrad, e Henner Busch. 2011. «The Social Complexity of Renewable Energy Production in the Countryside». *Electronic Green Journal* 1, n.º 31: 1–19.
- Kwon, Ki-Seok, e Ben R. Martin. 2011. «Synergy or separation mode: the relationship between the academic research and the knowledge-transfer activities of Korean academics». *Scientometrics* 90, n.º 1: 177–200. doi:10.1007/s11192-011-0513-8.
- Kwon, Ki-Seok, Han Woo Park, Minh So, e Loet Leydesdorff. 2011. «Has globalization strengthened South Korea’s national research system? National and international dynamics of the Triple Helix of scientific co-authorship relationships in South Korea». *Scientometrics* 90, n.º 1: 163–76. doi:10.1007/s11192-011-0512-9.
- Lauber, Volkmar, e Lutz Mez. 2006. «Renewable Electricity Policy in Germany, 1974 to 2005». *Bulletin of Science, Technology & Society* 26, n.º 2: 105–20. doi:10.1177/0270467606287070.
- Lee, Kyungpyo, e Sungjoo Lee. 2013. «Patterns of technological innovation and evolution in the energy sector: A patent-based approach». *Energy Policy* 59,

- Agosto. Elsevier: 415–32. doi:10.1016/j.enpol.2013.03.054.
- Leeuwen, Thed N. van, Erik van Wijk, e Paul F. Wouters. 2016. «Bibliometric analysis of output and impact based on CRIS data: a case study on the registered output of a Dutch university». *Scientometrics* 106, n.º 1. Springer Netherlands: 1–16. doi:10.1007/s11192-015-1788-y.
- Leydesdorff, Loet. 2000. «The triple helix: An evolutionary model of innovations». *Research Policy* 29, n.º 2: 243–55. doi:10.1016/S0048-7333(99)00063-3.
- Leydesdorff, Loet, e Michael Fritsch. 2006. «Measuring the knowledge base of regional innovation systems in Germany in terms of a Triple Helix dynamics». *Research Policy* 35, n.º 10: 1538–53. doi:10.1016/j.respol.2006.09.027.
- Leydesdorff, Loet, e Martin Meyer. 2006. «Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems». *Research Policy* 35, n.º 10: 1441–49. doi:10.1016/j.respol.2006.09.016.
- Leydesdorff, Loet, e Ismael Rafols. 2009. «A global map of science based on the ISI subject categories». *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 60, n.º 2: 348–62. doi:10.1002/asi.20967.
- Leydesdorff, Loet, e Ø Strand. 2013. «The Swedish system of innovation: Regional synergies in a knowledge-based economy». *Journal of the American Society for ...* 64, n.º 9: 1890–1902. doi:10.1002/asi.
- Leydesdorff, Loet, e Caroline S. Wagner. 2008. «International collaboration in science and the formation of a core group». *Journal of Informetrics* 2, n.º 4: 123–46.
- Looy, Bart Van, Julie Callaert, e Koenraad Debackere. 2006. «Publication and patent behavior of academic researchers: Conflicting, reinforcing or merely co-existing?». *Research Policy* 35, n.º 4: 596–608. doi:10.1016/j.respol.2006.02.003.
- Lundequist, Per, e Anders Waxell. 2010. «Regionalizing “mode 2”? The adoption of centres of excellence in Swedish research policy». *Geografiska Annaler: Series B, Human ...*, 263–79. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1468-0467.2010.00352.x/full>.
- Luukkonen, Terttu, Olle Persson, e Gunnar Sivertsen. 1992. «Understanding Patterns of International Scientific Collaboration». *Science, Technology & Human Values* 17, n.º 1: 101–26.
- Makkonen, Teemu, e Timo Mitze. 2016. «Scientific collaboration between ‘old’ and ‘new’ member states: Did joining the European Union make a difference?». *Scientometrics* 106, n.º 3. Springer Netherlands: 1193–1215. doi:10.1007/s11192-015-1824-y.
- Manjarrés-Henríquez, Liney, Antonio Gutiérrez-Gracia, Andrés Carrión-García, e Jaider Vega-Jurado. 2009. «The Effects of University–Industry Relationships and Academic Research On Scientific Performance: Synergy or Substitution?». *Research in Higher Education* 50, n.º 8: 795–811. doi:10.1007/s11162-009-9142-y.
- Martin, Roman. 2013. «Differentiated Knowledge Bases and the Nature of Innovation Networks». *European Planning Studies* 21, n.º 9: 1418–36. doi:10.1080/09654313.2012.755836.
- Mayer, Heike. 2013. «Firm Building and Entrepreneurship in Second-Tier High-Tech Regions». *European Planning Studies* 21, n.º 9: 1392–1417.

doi:10.1080/09654313.2012.755833.

- McKerlich, Ross, Cindy Ives, e Rory McGreal. 2013. «Measuring use and creation of open educational resources in higher education». *International Review of Research in Open and Distance Learning* 14, n.º 4: 90–103. doi:10.1002/asi.
- McLachlan, Carly. 2010. «Technologies in place : symbolic interpretations of renewable energy». *Sociological Review* 57, n.º s2: 181–99.
<http://www3.interscience.wiley.com/journal/123320680/issue>.
- Meadowcroft, James. 2009. «What about the politics? Sustainable development, transition management, and long term energy transitions». *Policy Sciences* 42, n.º 4: 323–40. doi:10.1007/s11077-009-9097-z.
- Merton, Robert K. 1973. «The Normative Structure of Science». In *The Sociology of Science. Theoretical and Empirical Investigations*, 267–78. Chicago & London: University Of Chicago Press.
- Metcalfe, Amy Scott, e Tara Fenwick. 2008. «Knowledge for whose society? Knowledge production, higher education, and federal policy in Canada». *Higher Education* 57, n.º 2: 209–25. doi:10.1007/s10734-008-9142-4.
- Meyer-Krahmer, F, e Ulrich Schmoch. 1998. «Science-based technologies: university–industry interactions in four fields». *Research policy*.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733398000948>.
- Meyer, Martin. 2006. «Are patenting scientists the better scholars?» *Research Policy* 35, n.º 10: 1646–62. doi:10.1016/j.respol.2006.09.013.
- Meyer, Martin, M Du Plessis, T Tukeva, e JT Utecht. 2005. «Inventive output of academic research: A comparison of two science systems». *Scientometrics* 63, n.º 1: 145–61. <http://www.akademai.com/index/j266632510386786.pdf>.
- Miller, Clark a., Alastair Iles, e Christopher F. Jones. 2013. «The Social Dimensions of Energy Transitions». *Science as Culture* 22, n.º 2: 135–48.
doi:10.1080/09505431.2013.786989.
- Moed, H. F., R. E. De Bruin, A. J. Nederhof, e R. J W Tijssen. 1991. «International scientific co-operation and awareness within the European community: Problems and perspectives». *Scientometrics* 21, n.º 3: 291–311. doi:10.1007/BF02093972.
- Molina, José Luis. 2009. «Panorama de la investigación en redes sociales». *Redes. Revista hispana para el análisis de redes sociales* 17, n.º 11: 235–56.
doi:10.5565/rev/redes.383.
- Mongeon, Philippe, e Adrien Paul-Hus. 2016. «The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis». *Scientometrics* 106, n.º 1: 213–28.
doi:10.1007/s11192-015-1765-5.
- Moore, Sharlissa. 2013. «Envisioning the Social and Political Dynamics of Energy Transitions: Sustainable Energy for the Mediterranean Region». *Science as Culture* 22, n.º 2: 181–88. doi:10.1080/09505431.2013.786994.
- Moray, Nathalie, e Bart Clarysse. 2005. «Institutional change and resource endowments to science-based entrepreneurial firms». *Research Policy* 34, n.º 7: 1010–27.
doi:10.1016/j.respol.2005.05.016.
- Mulvaney, Kate K, Patrick Woodson, e Linda Stalker Prokopy. 2013. «Different shades of green: a case study of support for wind farms in the rural midwest.» *Environmental management* 51, n.º 5: 1012–24. doi:10.1007/s00267-013-0026-8.

- Newman, e M. Girvan. 2004. «Finding and evaluating community structure in networks». *Physical Review E* 69, n.º 2: 026113. doi:10.1103/PhysRevE.69.026113.
- Newman, M E. 2001. «The structure of scientific collaboration networks.» *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98, n.º 2: 404–9. doi:10.1073/pnas.021544898.
- Newman, M E J. 2004. «Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration.» *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101 Suppl: 5200–5205. doi:10.1073/pnas.0307545100.
- Newman, Mark E J. 2004. «Who Is the Best Connected Scientist ? A Study of Scientific Coauthorship Networks». *Networks* 370: 337–70. doi:10.1103/PhysRevE.64.016132.
- Nolden, Colin. 2013. «Governing community energy — Feed-in tariffs and the development of community wind energy schemes in the United Kingdom and Germany». *Energy Policy* 63. Elsevier: 543–52. doi:10.1016/j.enpol.2013.08.050.
- Nowotny, Helga, Peter Scott, e Michael Gibbons. 2003. «Introduction: 'Mode 2' Revisited: The New Production of Knowledge». *Minerva* 41, n.º 3: 179–94. doi:10.1023/A:1025505528250.
- Oliveira, Luísa. 2000. «Desafios à universidade: Comercialização da ciência e recomposição dos saberes académicos». *Sociologia, Problemas e Práticas* 34: 93–116.
- Oliveira, Luísa, e Helena Carvalho. 2002. «A SEGMENTAÇÃO DO ESPAÇO DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA PORTUGUESA». *Sociologia - Problemas e Práticas* 39: 39–56. <http://www.scielo.mec.pt/pdf/spp/n39/n39a02.pdf>.
- Olmeda-Gómez, Carlos, Antonio Perianes-Rodriguez, Ma Antonia Ovalle-Perandones, Vicente P. Guerrero-Bote, e Felix De Moya Anegón. 2009. «Visualization of scientific co-authorship in Spanish universities: From regionalization to internationalization». *Aslib Proceedings* 61, n.º 1: 83–100. doi:10.1108/00012530910932302.
- On, Bw, e Dongwon Lee. 2007. «Scalable name disambiguation using multi-level graph partition». *Proceedings of the 7th SIAM international conference on data mining (SDM)*, 575–80. http://www.appliedmathematician.net/proceedings/datamining/2007/dm07_064ON.pdf.
- Ovalle-Perandones, M. Antonia, Antonio Perianes-Rodriguez, e Carlos Olmeda-Gomez. 2009. «Hubs and authorities in a spanish co-authorship network». *Proceedings of the International Conference on Information Visualisation*, 514–18. doi:10.1109/IV.2009.87.
- Owens, Susan. 2002. «A collision of adverse opinions' ? Major projects, planning inquiries, and policy change». *Environment and Planning A* 34, n.º 6: 949–53. doi:10.1068/a3406com.
- Pasqualetti, Martin J. 2000a. «Morality, Space, and the Power of Wind-Energy Landscapes». *Geographical Review* 90, n.º 3: 381. doi:10.2307/3250859.
- . 2000b. «Morality, Space, and the Power of Wind-Energy Landscapes». *Geographical Review* 90, n.º 3: 381. doi:10.2307/3250859.

- Pasqualetti, Martin J. 2004. «WIND POWER : Obstacles and Opportunities». *Environment : Science and Policy for Sustainable Development* 46, n.º 7: 22–38.
- Pasqualetti, MJ. 2011. «Social barriers to renewable energy landscapes*». *Geographical Review*. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1931-0846.2011.00087.x/full>.
- Patricio, Maria Teresa. 2010. «Science policy and the internationalisation of research in Portugal». *Journal of Studies in International Education* 14, n.º 2: 161–82. doi:10.1177/1028315309337932.
- Patrício, Maria Teresa, João Emílio Alves, Elisa Alves, Joaquim Mourato, Patrícia Santos, Rui Pulido Valente, e João E. 2018. «AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA INVESTIGAÇÃO APLICADA NO ENSINO SUPERIOR POLITÉCNICO Construção de um modelo». *Sociologia - Problemas e Práticas* 86: 69–89. doi:10.7458/SPP20188610056.
- Patrício, Maria Teresa, e Tiago Santos Pereira. 2015. «A política científica europeia e a internacionalização da ciência». In *40 anos de políticas de ciência e de ensino superior.*, eds. Maria de Lurdes Rodrigues e Manuel Heitor, 265–91. Lisboa: Almedina.
- Patrício, Maria Teresa, Patrícia Santos, Paulo Maia Loureiro, e Hugo Horta. 2017. «Faculty-exchange programs promoting change: motivations, experiences, and influence of participants in the Carnegie Mellon University-Portugal Faculty Exchange Program». *Tertiary Education and Management* 3883, n.º April. Routledge: 1–18. doi:10.1080/13583883.2017.1305440.
- Pereira, Tiago Santos. 1996. «Uma análise do impacto das políticas europeias na colaboração internacional em investigação científica em Portugal e no Reino Unido **». *Análise Social XXXI*, n.º 1351: 229–65.
- . 2002a. «International dimension of research in Portugal: the European Research Area and beyond». *Science and Public Policy* 29, n.º 6: 451–61.
- . 2002b. «The Social Contract for Science and the Models for Academic Research : Implications for the governance of science in the periphery». In *NPRNET Conference 'Rethinking Science Policy: Analytical Frameworks for Evidence-Based Policy'*.
- Pereira, Tiago Santos, Sandro Mendonça, e Manuel Mira Godinho. 2001. «A comercialização da investigação científica na periferia : Desafios na utilização do patenteamento por instituições de investigação em Portugal». In *Actas dos ateliers do Vº Congresso Português de Sociologia*, 74–76.
- Perren, Lew, e Jonathan Sapsed. 2013. «Innovation as politics: The rise and reshaping of innovation in UK parliamentary discourse 1960–2005». *Research Policy* 42, n.º 10. Elsevier B.V.: 1815–28. doi:10.1016/j.respol.2013.08.012.
- Persson, Olle, Wolfgang Glanzel, e Rickard Danell. 2004. «Inflationary bibliometric values: The role of scientific collaboration and the need for relative indicators in evaluative studies». *Scientometrics* 60, n.º 3: 421–32. doi:10.1023/B:SCIE.0000034384.35498.7d.
- Pinto, Hugo, e Paulo M. M. Rodrigues. 2010. «Knowledge Production in European Regions: The Impact of Regional Strategies and Regionalization on Innovation». *European Planning Studies* 18, n.º 10: 1731–48. doi:10.1080/09654313.2010.504352.

- Powers, Joshua B, e Eric G Campbell. 2011. «Technology Commercialization Effects on the Conduct of Research in Higher Education.» *Research in higher education* 52, n.º 3: 245–60. doi:10.1007/s11162-010-9195-y.
- Rafols, Ismael, Loet Leydesdorff, Alice O'Hare, Paul Nightingale, e Andy Stirling. 2012. «How journal rankings can suppress interdisciplinary research: A comparison between Innovation Studies and Business & Management». *Research Policy*. <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1105/1105.1227.pdf>.
- Ragwitz, Mario, e Apollonia Miola. 2005. «Evidence from RD&D spending for renewable energy sources in the EU». *Renewable Energy* 30, n.º 11: 1635–47. doi:10.1016/j.renene.2004.12.001.
- Ranga, LM, K Debackere, e N Tunzelmann. 2003. «Entrepreneurial universities and the dynamics of academic knowledge production: A case study of basic vs. applied research in Belgium». *Scientometrics* 58, n.º 2: 301–20. <http://www.akademai.com/index/WJ590626639Q6140.pdf>.
- Reiche, Danyel, e Mischa Bechberger. 2004. «Policy differences in the promotion of renewable energies in the EU member states». *Energy Policy* 32, n.º 7: 843–49. doi:10.1016/S0301-4215(02)00343-9.
- Ribeiro, Fernando, Paula Ferreira, Madalena Araújo, e Ana Cristina Braga. 2014. «Public opinion on renewable energy technologies in Portugal». *Energy* 69. Elsevier Ltd: 39–50. doi:10.1016/j.energy.2013.10.074.
- Rijnsoever, Frank J. van, Allard van Mossel, e Kevin P.F. Broecks. 2015. «Public acceptance of energy technologies: The effects of labeling, time, and heterogeneity in a discrete choice experiment». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 45. Elsevier: 817–29. doi:10.1016/j.rser.2015.02.040.
- Río, Pablo del, e Mercedes Bleda. 2012. «Comparing the innovation effects of support schemes for renewable electricity technologies: A function of innovation approach». *Energy Policy* 50, Novembro: 272–82. doi:10.1016/j.enpol.2012.07.014.
- Río, Pablo del, e Mercedes Burguillo. 2009. «An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13, n.º 6–7: 1314–25. doi:10.1016/j.rser.2008.08.001.
- Rodrigues, Carlos, e Ana Melo. 2012. «The Triple Helix Model as an Instrument of Local Response to the Economic Crisis». *European Planning Studies* 20, n.º 9: 1483–96. doi:10.1080/09654313.2012.709063.
- Rogers, J. C., E. a. Simmons, I. Convery, e a. Weatherall. 2008. «Public perceptions of opportunities for community-based renewable energy projects». *Energy Policy* 36, n.º 11: 4217–26. doi:10.1016/j.enpol.2008.07.028.
- Ronda-Pupo, Guillermo Armando, e J. Sylvan Katz. 2016. «The scaling relationship between citation-based performance and international collaboration of Cuban articles in natural sciences». *Scientometrics* 107, n.º 3. Springer Netherlands: 1423–34. doi:10.1007/s11192-016-1939-9.
- Rondé, Patrick, e Caroline Hussler. 2005. «Innovation in regions: What does really matter?» *Research Policy* 34, n.º 8: 1150–72. doi:10.1016/j.respol.2005.03.011.
- Roth, Camille, e Paul Bourguine. 2005. «Epistemic Communities : Description and Hierarchic Categorization». *Mathematical Population Studies* 12: 107–30.

- Ruiz-Baños, R., R. Bailón-Moreno, E. Jiménez-Contreras, e J. -P. Courtial. 1999. «Structure and dynamics of scientific networks. Part I: Fundamentals of the quantitative model of translation». *Scientometrics* 44, n.º 2: 217–34. doi:10.1007/BF02457381.
- Sagebiel, Julian, Jakob R. Müller, e Jens Rommel. 2014. «Are consumers willing to pay more for electricity from cooperatives? Results from an online Choice Experiment in Germany». *Energy Research and Social Science* 2. Elsevier Ltd: 90–101. doi:10.1016/j.erss.2014.04.003.
- Santiago, Rui, Sofia Branco Sousa, Teresa Carvalho, Maria de Lurdes Machado-Taylor, e Diana Dias. 2014. *Teaching and research: Perspectives from Portugal. Teaching and Research in Contemporary Higher Education: Systems, Activities and Rewards*. doi:10.1007/978-94-007-6830-7_9.
- Santiago, Rui, e Teresa Carvalho. 2011. «Mudança no conhecimento e na profissão académica em Portugal». *Cadernos de Pesquisa* 41, n.º 143: s. p.
- Santiago, Rui, Teresa Carvalho, e Sónia Cardoso. 2015. «Portuguese academics' perceptions of higher education institutions' governance and management: a generational perspective». *Studies in Higher Education* 40, n.º 8: 1471–84. doi:10.1080/03075079.2015.1060709.
- Santiago, Rui, Teresa Carvalho, e Andreia Ferreira. 2013. «As universidades portuguesas na senda da investigação empreendedora: Onde estão as diferenças?» *Análise Social* 48, n.º 208: 594–620.
- . 2014. «Knowledge Society/Economy and Managerial Changes: New Challenges for Portuguese Academics». In *Global Challenges, Local Responses in Higher Education The Contemporary Issues in National and Comparative Perspective*, eds. Jelena Brankovic, Manja Klemencic, e Predrag Lazetic, 35–58. Roterdão: Sense Publishers.
- Sastresa, Eva Llera, Alfonso Aranda Usón, Ignacio Zabalza Bribián, e Sabina Scarpellini. 2010. «Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14, n.º 2: 679–90. doi:10.1016/j.rser.2009.10.017.
- Schall, Daniel. 2013. «Measuring contextual partner importance in scientific collaboration networks». *Journal of Informetrics* 7, n.º 3. Elsevier Ltd: 730–36. doi:10.1016/j.joi.2013.05.003.
- Schubert, A., e T. Braun. 1990. «International collaboration in the sciences 1981-1985». *Scientometrics* 19, n.º 1–2: 3–10. doi:10.1007/BF02130461.
- Schubert, Torben, e Radhamany Sooryamoorthy. 2010. «Can the centre-periphery model explain patterns of international scientific collaboration among threshold and industrialised countries? The case of South Africa and Germany». *Scientometrics* 83, n.º 1: 181–203. doi:10.1007/s11192-009-0074-2.
- Selman, Paul. 2010. «Learning to Love the Landscapes of Carbon-Neutrality». *Landscape Research* 35, n.º 2: 157–71. doi:10.1080/01426390903560414.
- Shinn, T. 2002. «The Triple Helix and New Production of Knowledge: Prepackaged Thinking on Science and Technology». *Social Studies of Science* 32, n.º 4: 599–614. doi:10.1177/0306312702032004004.
- Shinn, Terry. 2002. «The Triple Helix and New Production of Knowledge: Prepackaged

- Thinking on Science and Technology». *Social Studies of Science*. doi:10.1177/0306312702032004004.
- Smalheiser, Neil R, e Vetle I Torvik. 2011. «Author name disambiguation». *Annual Review of Information Science and Technology* 43: 1–43. doi:10.1109/WI-IAT.2011.181.
- Smith, Simon, Vicky Ward, e Allan House. 2011. «‘Impact’ in the proposals for the UK’s Research Excellence Framework: Shifting the boundaries of academic autonomy». *Research Policy* 40, n.º 10. Elsevier B.V.: 1369–79. doi:10.1016/j.respol.2011.05.026.
- Sousa, Cristina, Nuno Bento, e Margarida Fontes. 2014. «Dynamics of knowledge production and technology diffusion: Insights from the emergence of wind energy». 9. doi:10.7749/dinamiacet-iul.wp.2014.09.
- Sovacool, B. K. 2010. «The importance of open and closed styles of energy research». *Social Studies of Science* 40, n.º 6: 903–30. doi:10.1177/0306312710373842.
- Sovacool, Benjamin K. 2009. «Rejecting renewables: The socio-technical impediments to renewable electricity in the United States». *Energy Policy* 37, n.º 11. Elsevier: 4500–4513. doi:10.1016/j.enpol.2009.05.073.
- Sovacool, Benjamin K., e Brent Brossmann. 2013. «Fantastic Futures and Three American Energy Transitions». *Science as Culture* 22, n.º 2: 204–12. doi:10.1080/09505431.2013.786999.
- Sovacool, Benjamin K. 2016. «How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions». *Energy Research and Social Science* 13. Elsevier Ltd: 202–15. doi:10.1016/j.erss.2015.12.020.
- Stoutenborough, James W., Liu Shi, e Arnold Vedlitz. 2015. «Probing public perceptions on energy: Support for a comparative, deep-probing survey design for complex issue domains». *Energy* 81. Elsevier Ltd: 406–15. doi:10.1016/j.energy.2014.12.053.
- Strand, Øivind, e Loet Leydesdorff. 2013. «Where is synergy indicated in the Norwegian innovation system? Triple-Helix relations among technology, organization, and geography». *Technological Forecasting and Social Change* 80, n.º 3. Elsevier Inc.: 471–84. doi:10.1016/j.techfore.2012.08.010.
- Sun, Yutao, e Kai Liu. 2016. «Proximity effect, preferential attachment and path dependence in inter-regional network: a case of China??’s technology transaction». *Scientometrics*. Springer Netherlands, 1–20. doi:10.1007/s11192-016-1951-0.
- Tavares, T, e T.S. Pereira. 2000. «A Bibliometric Study of the Portuguese Research System in Biotechnology».
- Taylor, Margaret. 2008. «Beyond technology-push and demand-pull: Lessons from California’s solar policy». *Energy Economics* 30, n.º 6: 2829–54. doi:10.1016/j.eneco.2008.06.004.
- Tijssen, Robert J.W. 2006. «Universities and industrially relevant science: Towards measurement models and indicators of entrepreneurial orientation». *Research Policy* 35, n.º 10: 1569–85. doi:10.1016/j.respol.2006.09.025.
- . 2008. «Are we moving towards an integrated European Research Area?» *Collnet Journal of Scientometrics and Information Management* 2, n.º 1: 19–25. doi:10.1080/09737766.2008.10700837.

- Veloso, Adriano, Anderson A. Ferreira, Marcos André Gonçalves, Alberto H F Laender, e Wagner Meira. 2012. «Cost-effective on-demand associative author name disambiguation». *Information Processing and Management* 48, n.º 4. Elsevier Ltd: 680–97. doi:10.1016/j.ipm.2011.08.005.
- Veugelers, Reinhilde. 2009. «Towards a multipolar science world: trends and impact». *Scientometrics* 82, n.º 2: 439–56. doi:10.1007/s11192-009-0045-7.
- Videira, Pedro. 2016. «Redes Interpessoais e Dinâmicas de Acesso ao Conhecimento de Cientistas Portugueses». ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa.
- Wagner, C, e L Leydesdorff. 2005. «Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science». *Research Policy* 34, n.º 10: 1608–18. doi:10.1016/j.respol.2005.08.002.
- Wagner, Caroline S., e Loet Leydesdorff. 2005. «Mapping the network of global science: comparing international co-authorships from 1990 to 2000». *International Journal of Technology and Globalisation* 1, n.º 2: 185. doi:10.1504/IJTG.2005.007050.
- . 2006. «Measuring the Globalization of Knowledge Networks». *Blue Sky II*, n. September: 1–12. <http://www.oecd.org/sti/inno/37450761.pdf>.
- Walter, Götz. 2014. «Determining the local acceptance of wind energy projects in Switzerland: The importance of general attitudes and project characteristics». *Energy Research & Social Science* 4. Elsevier Ltd: 78–88. doi:10.1016/j.erss.2014.09.003.
- Warren, Charles, Carolyn Lumsden, Simone O’Dowd, e Richard Birnie. 2005. «“Green On Green”: Public perceptions of wind power in Scotland and Ireland». *Journal of Environmental Planning and Management* 48, n.º 6: 853–75. doi:10.1080/09640560500294376.
- Watts, Duncan J. 2004. «The “New” Science of Networks». *Annual Review of Sociology* 30, n.º 1: 243–70. doi:10.1146/annurev.soc.30.020404.104342.
- Weber, K. Matthias, e Harald Rohrer. 2012. «Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change». *Research Policy* 41, n.º 6. Elsevier B.V.: 1037–47. doi:10.1016/j.respol.2011.10.015.
- Wilson, Geoff A, e Sarah L Dyke. 2016. «Pre- and post-installation community perceptions of wind farm projects: the case of Roskrow Barton (Cornwall, UK)». *Land Use Policy* 52. Elsevier Ltd: 287–96. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.12.008.
- Wolsink, Maarten. 2000. «Wind power and the NIMBY-myth: institutional capacity and the limited significance of public support». *Renewable Energy* 21, n.º 1: 49–64. doi:10.1016/S0960-1481(99)00130-5.
- . 2007. «Planning of renewables schemes: Deliberative and fair decision-making on landscape issues instead of reproachful accusations of non-cooperation». *Energy Policy* 35, n.º 5: 2692–2704. doi:10.1016/j.enpol.2006.12.002.
- Yildiz, Özgür, Jens Rommel, Sarah Debor, Lars Holstenkamp, Franziska Mey, Jakob R. Müller, Jörg Radtke, e Judith Rognli. 2014. «Renewable energy cooperatives as gatekeepers or facilitators? Recent developments in Germany and a multidisciplinary research agenda». *Energy Research & Social Science* 6. Elsevier Ltd: 59–73. doi:10.1016/j.erss.2014.12.001.

- Zitt, Michel, Elise Bassecoulard, e Yoshiko Okubo. 2000. «Shadows of the Past in International Cooperation: Collaboration Profiles of the Top Five Producers of Science». *Scientometrics*. doi:10.1023/A:1005632319799.
- Zoellner, Jan, Petra Schweizer-Ries, e Christin Wemheuer. 2008. «Public acceptance of renewable energies: Results from case studies in Germany». *Energy Policy* 36, n.º 11: 4136–41. doi:10.1016/j.enpol.2008.06.026.
- Zografakis, Nikolaos, Elli Sifaki, Maria Pagalou, Georgia Nikitaki, Vasilios Psarakis, e Konstantinos P. Tsagarakis. 2010. «Assessment of public acceptance and willingness to pay for renewable energy sources in Crete». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14, n.º 3: 1088–95. doi:10.1016/j.rser.2009.11.009.

Anexo I – Guião de entrevista aos investigadores

O que o motivou a trabalhar nesta área de investigação?

Qual o papel da investigação em energias renováveis no Sistema Científico e Tecnológico Nacional?

A UE e o governo português reforçaram a aposta nas energias renováveis nos últimos anos. Esta aposta fez-se sentir também na investigação? De que forma?

Sentiu um aumento do reconhecimento das energias renováveis por parte das empresas? E da sociedade civil? De que forma?

Quais têm sido as fontes de financiamento dos seus projetos de investigação nesta área?

Se FCT: em que domínio científico? Com que parcerias?

Se projetos europeus: Através de que programas? Quem são as instituições envolvidas? Identifica mais-valias dos projetos europeus para esta área de investigação? Que mais-valias traz a inclusão de equipas portuguesas em grandes projetos europeus em energias renováveis?

Além dos projetos europeus, colabora regularmente com investigadores de instituições estrangeiras?

Que modalidades assumem essas colaborações? Origem dos contactos? Origem do financiamento?

Colabora regularmente com investigadores de outras disciplinas científicas ligadas à investigação em energias renováveis? Em que contexto?

Considera essas colaborações importantes? Porquê?

Na sua opinião, que papel/relevância têm este tipo de atividades para atividade científica?

Em alguma situação o seu trabalho deu origem a um pedido de patente? Esse objetivo foi planeado desde a conceção do trabalho?

Que dificuldades encontrou nesse processo?

Porque não? Está fora do âmbito do seu trabalho? Não tem interesse?

Colabora regularmente com empresas em atividades de investigação e desenvolvimento?

Que modalidades assumem essas colaborações? (projetos bilaterais, grandes projetos, prestação de serviços)

Na sua opinião, existem obstáculos a este tipo de colaborações? Quais?

Em alguma situação pensou ou tentou participar na constituição de uma start-up tecnológica?

Que dificuldades encontrou nesse processo? / Porque não? Está fora do âmbito do seu trabalho? Não vai de encontro aos seus interesses?

Colabora regularmente com entidades do sector público ou da sociedade civil (associações, ONGs)?

Que modalidades assumem essas colaborações? (projetos bilaterais, grandes projetos, prestação de serviços)

Na sua opinião, existem obstáculos a este tipo de colaborações? Quais?

Considera importante que as atividades de colaboração com empresas ou outras entidades não académicas sejam tidas em conta na avaliação do trabalho dos investigadores (carreiras, projetos)?

Considera importante que a atividade científica seja dirigida à solução de problemas concretos? E particularmente na investigação sobre energias renováveis?

Costuma participar em atividades de comunicação de ciência dirigidas ao público em geral? Quais? Com que frequência?

Considera importante que estas atividades sejam tidas em conta na avaliação do trabalho dos investigadores (carreiras, projetos)?